



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN TELECOMUNICACIONES Y
REDES

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO: SISTEMA
AUTOMÁTICO DE CENSADO INALÁMBRICO BASADO EN RFID
PARA ESTACIONES DE CONTROL DE BUSES URBANOS DE
RIOBAMBA”**

TRABAJO DE TITULACIÓN
Tipo: DISPOSITIVO TECNOLÓGICO
Para optar al Grado Académico de:
INGENIERO EN ELECTRÓNICA, TELECOMUNICACIONES Y
REDES

AUTOR: DIEGO DAVID QUICALIQUIN QUILLIGANA

TUTOR: Ing. JOSÉ ENRIQUE GUERRA SALAZAR MSc.

Riobamba – Ecuador
2018

©**2018**, Diego David Quicaliquin Quilligana

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo las citas bibliográficas del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho del Autor.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN TELECOMUNICACIONES Y
REDES

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El trabajo de Titulación Dispositivo Tecnológico: “IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO: SISTEMA AUTOMÁTICO DE CENSADO INALÁMBRICO BASADO EN RFID PARA ESTACIONES DE CONTROL DE BUSES URBANOS DE RIOBAMBA”, de responsabilidad del Sr. DIEGO DAVID QUICALIQUIN QUILLIGANA, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Titulación, quedando autorizada su presentación.

NOMBRE	FIRMA	FECHA
Dr. Julio Santillán VICEDECANO DE LA FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA	_____	_____
Ing. Franklin Moreno DIRECTOR DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN TELECOMUNICACIONES Y REDES	_____	_____
Ing. José Guerra DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN	_____	_____
Ing. Verónica Mora MIEMBRO DEL TRIBUNAL	_____	_____

Yo, Diego David Quicaliquin Quilligana soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta Tesis y el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Diego David Quicaliquin Quilligana

DEDICATORIA

Este trabajo de culminación de mi carrera de ingeniería se la dedico a mi familia, quienes de una u otra manera siempre han estado apoyándome, aportando con su granito de arena para que pueda salir adelante y cumplir una de mis metas. Quiero dedicarle en especial a mi madre Clarita Quilligana quien con mucha paciencia y amor supo darme la fortaleza y la sabiduría necesaria para superarme como persona y en mis estudios académicos.

A mis hermanos Natalia, Jefferson, Erika y Joselyn, por estar siempre conmigo aun en los momentos más complicados de la vida. A mis Abuelitos, Manuel y Hortensia por guiarme por el camino del bien. A mis tíos, en especial a Marlene por ser pieza fundamental en mi rompecabezas ya que sin sus consejos y su gran apoyo habría sido casi imposible conseguir mi objetivo. A mis primos por compartir conmigo tantos buenos y malos momentos.

Dedicado a mi persona, porque sin mi esfuerzo y dedicación habría sido imposible lograr algo tan importante como terminar mis estudios y salir adelante.

Por último, pero no menos importante, agradezco infinitamente a Dios porque a pesar de lo difícil del camino me dio lo más importante, salud y vida para ser merecedor de mis logros.

Diego David Quicaliquin Q.

AGRADECIMIENTO

Agradezco primero a Dios por haberme regalado salud y vida para alcanzar mis metas, por haber puesto en mi camino a personas tan especiales con las cuales pude contar para salir adelante, agradezco a mi padre por haberme dado la vida, a mi madre por haber hecho de mi un hombre útil para la sociedad, a mis Abuelos, Hermanos, Tíos, Primos y Sobrinos. Por su incondicional apoyo.

Un gran agradecimiento al Ing. José Guerra, Director del Trabajo de Titulación, por todo el apoyo brindado durante la realización y valoración del Trabajo.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y a la Facultad de Informática y Electrónica por haberme nutrido con los conocimientos necesarios y formar profesionales de éxito. A todos mis amigos y allegados quienes de cualquier manera fueron partícipes en mi desarrollo estudiantil y personal.

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xiii
ÍNDICE DE ABREVIATURAS.....	xiv
RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT.....	xvii

INTRODUCCIÓN	1
--------------------	---

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO	4
1.1 El Transporte Público.....	4
1.1.1 <i>El transporte público en el Ecuador</i>	4
1.2 Sistemas de control para el transporte público	6
1.2.1 <i>Control Reloj</i>	6
1.2.2 <i>Control manual</i>	6
1.2.3 <i>Paradas Inteligentes</i>	7
1.2.4 <i>Control mediante uso del GPS</i>	8
1.2.5 <i>Cuadro comparativo Sistemas de Control</i>	9
1.3 Sistemas de identificación.....	10
1.3.1 <i>Lectores dactilares</i>	10
1.3.2 <i>Sistemas de control por comandos de voz</i>	11
1.3.3 <i>Sistemas de control por código de barras</i>	12
1.3.4 <i>Sistemas de control mediante RFID</i>	13
1.3.5 <i>Redes GSM</i>	18
1.3.6 <i>Redes de datos Móviles</i>	20
1.3.7 <i>Transporte de datos TCP/IP</i>	22
1.4 Tarjetas de desarrollo	23
1.4.1 <i>Arduino</i>	23
1.4.2 <i>Shield SIM 900 GSM/GPRS</i>	24
1.4.3 <i>Tabla comparativa de tarjetas de desarrollo</i>	24
1.5 Base de datos.....	25

1.5.1	<i>MySQL</i>	25
1.5.2	<i>Lenguaje de programación PHP, HTML</i>	25
1.5.3	<i>Gestor de base de datos XAMP</i>	26
1.5.4	<i>Servidor web</i>	27

CAPÍTULO II

2.	IMPLEMENTACIÓN DE <i>HARDWARE</i> Y <i>SOFTWARE</i> DEL PROTOTIPO	28
2.1	Requerimientos para el diseño del Sistema de Censado Inalámbrico	28
2.2	Arquitectura general del sistema	28
2.2.1	<i>Módulo de captura de datos</i>	30
2.2.2	<i>Módulo de transmisión de datos</i>	31
2.2.3	<i>Módulo de administración y monitorización</i>	32
2.3	Descripción de los dispositivos participantes	32
2.3.1	<i>Lector RFID</i>	32
2.3.2	<i>Etiquetas autoadhesivas</i>	34
2.3.3	<i>Arduino UNO</i>	35
2.3.4	<i>Shield GSM SIM900</i>	36
2.4	Diagrama de conexión del módulo de lectura y transmisión	37
2.4.1	<i>Fuente de alimentación del prototipo</i>	38
2.5	Requerimientos de software para el sistema	39
2.5.1	<i>Módulo de captura de datos</i>	39
2.5.2	<i>Módulo de transmisión de datos</i>	39
2.5.3	<i>Módulo de administración y monitorización</i>	39
2.6	Descripción del software de desarrollo	40
2.6.1	<i>Herramienta de software XAMPP</i>	40
2.6.2	<i>Herramienta de software Sublime text 3</i>	41
2.6.3	<i>Herramienta de software Arduino IDE</i>	45

CAPÍTULO III

3.	ANÁLISIS DE RESULTADOS	48
3.1	Pruebas de hardware del prototipo implementado	48
3.1.1	<i>Prueba de puesta a punto del lector y decodificador del prototipo.</i>	49
3.1.2	<i>Pruebas de distancia de lectura del prototipo con el vehículo detenido</i>	50
3.1.3	<i>Pruebas de distancia de lectura del prototipo con vehículo en movimiento</i>	51
3.1.4	<i>Tiempo de comunicación entre el prototipo y la base de datos</i>	52

3.2	Pruebas de funcionamiento de la página web del prototipo implementado	53
3.2.1	<i>Página de inicio de sesión.....</i>	53
3.2.2	<i>Página principal con múltiples opciones.....</i>	55
3.2.3	<i>Opción: Administración de accionistas</i>	55
3.2.4	<i>Opción: Administración de unidades</i>	57
3.2.5	<i>Opción: Datos de puntos de control.....</i>	58
3.2.6	<i>Opción: Datos de censado.....</i>	59
3.3	Funcionamiento del prototipo	60
3.4	Registro manual vs registro automático.....	61
3.5	Análisis económico del prototipo implementado	61
CONCLUSIONES.....		64
RECOMENDACIONES.....		65
BIBLIOGRAFÍA		
ANEXOS		

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1:	Evolución del transporte público en el Ecuador	5
Tabla 2-1:	Sistemas de control.....	9
Tabla 3-1:	Clasificación de RFID por su banda de frecuencias	15
Tabla 4-1:	Tabla comparativa entre las distintas etiquetas	18
Tabla 5-1:	Técnicas para la transmisión de datos celulares.	20
Tabla 6-1:	Velocidades reales y bandas LTE Ecuador.	21
Tabla 7-1:	Bandas de frecuencia 3G y 2G Ecuador	21
Tabla 8-1:	Comparación entre tarjetas de desarrollo Arduino	24
Tabla 1-2:	Características del lector UHF.....	33
Tabla 2-2:	Especificaciones técnicas tag Adhesivo	34
Tabla 3-2:	Tabla de especificaciones técnicas Arduino UNO	35
Tabla 4-2:	Datos técnicos shield GSM SIM900	36
Tabla 5-2:	Comandos AT para configuración de la tarjeta SIM900.....	37
Tabla 1-3:	Distancias de lectura del RFID.....	50
Tabla 2-3:	Resultados de pruebas de censado distancia y velocidad	51
Tabla 4-3:	Tiempo de respuesta del servidor web	52
Tabla 5-3:	Tabla comparativa, control manual y sistema automático.....	61
Tabla 6-3:	Cotización del prototipo implementado	61
Tabla 7-3:	Resumen de costos	63

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1:	Reloj marcador de tarjetas de control de buses	6
Figura 2-1:	Parada inteligente Ambato	7
Figura 3-1:	Nuevas Paradas Trolebús Quito	8
Figura 4-1:	Cuadro de trabajo y control de línea	9
Figura 5 -1	Diferentes sistemas de identificación	10
Figura 6-1:	Esquema de funcionamiento del control dactilar	11
Figura 7-1:	Simbología de código de barras	12
Figura 8-1:	Clasificador de productos	14
Figura 9-1:	Administración de historial de productos	14
Figura 10-1:	Arquitectura básica RFID	16
Figura 11-1:	Componentes de un tag RFID activo	17
Figura 12-1:	Estructura general de una red GSM	20
Figura 13-1:	Arquitectura de red OSI vs TCP/IP	22
Figura 14-1:	Página web creada con blog de notas de Windows	26
Figura 15-1:	Modelo Cliente Servidor	27
Figura 1-2:	Arquitectura general del sistema	29
Figura 2-2:	Presentación en bloques del módulo de lectura	30
Figura 3-2:	Presentación en bloques del módulo de transmisión de datos	31
Figura 4-2:	Presentación en bloques del módulo de administración	32
Figura 5-2:	Componentes del lector de UHF	33
Figura 6-2:	Etiquetas pasivas EPC-18000 Gen2	34
Figura 7-2:	Presentación física tarjeta de desarrollo Arduino UNO	35
Figura 8-2:	Presentación física del shield GSM SIM900	36
Figura 9-2:	Esquema de conexión del prototipo	38
Figura 10-2:	Adaptadores de voltaje del prototipo	38
Figura 11-2:	Gestión de base de datos con phpMyAdmin	40
Figura 12-2:	Diagrama de entidad-relación del sistema	41
Figura 13-2:	Parte del código fuente – ingreso de nuevo accionista.	42
Figura 14-2:	Carga de archivos, (izquierda); Modificar ficheros, (derecha)	43
Figura 15-2:	Diagrama de flujo del correspondiente a la página web	44
Figura 16-2:	Página de inicio para ingresar al sistema de administración	45
Figura 17-2:	Pantalla principal del sistema de control	45
Figura 18-2:	Parte del código que decodifica el tag id	46

Figura 19-2:	Diagrama de flujo, funcionamiento del Arduino	47
Figura 1-3:	Módulo de transmisión del prototipo	48
Figura 2-3:	Pruebas de lectura del sistema	49
Figura 3-3:	Lectura ideal del sistema, sin errores	49
Figura 4-3:	Pruebas de lectura con el vehículo estático.....	50
Figura 5-3:	Resultado de registro automático en el servidor	52
Figura 6-3:	Página de inicio de sesión al sistema	54
Figura 7-3:	Vista desde pantalla móvil de la página de inicio	54
Figura 8-3:	Lista de opciones de la página principal	55
Figura 9-3:	Base de datos de accionistas	55
Figura 10-3:	Formulario de registro de accionistas	56
Figura 11-3:	Formulario de actualización de datos.....	56
Figura 12-3:	Script de eliminación de registro	57
Figura 13-3:	Formulario para el registro de unidades.....	57
Figura 14-3:	Formulario de actualización de datos, unidades de transporte.....	58
Figura 15-3:	Datos de puntos de control.....	58
Figura 16-3:	Formulario para actualizar datos de punto control.....	59
Figura 17-3:	Datos de censado automático.....	59
Figura 18-3:	Reporte de censado automático.....	60
Figura 19-3:	Prototipo implementado.....	60

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-1:	Diagrama de bloques sistemas RFID	14
Gráfico 2-1:	Frecuencias RFID.....	15
Gráfico 3-1:	Componentes de un tag pasivo.....	17
Gráfico 4-1:	Número de abonados de GSM 1993-2009	19
Gráfico 1-2:	Codificación Wiegand.....	30
Gráfico 2-2:	Formato de bits Wiegand 26	31

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

RFID:	Radio Frequency Identification (Identificación por Radio Frecuencia).
EPC:	Electronic Product Code.
TAG:	Término utilizado para referirse a las etiquetas auto adheribles.
GSM:	Global Sistem for Mobile communications (Sistema Global para comunicaciones Móviles).
GPRS:	General Packet Radio Service (Servicio General de Paquetes vía Radio).
ANT:	Agencia Nacional de Tránsito.
GAD:	Gobierno Autónomo Descentralizado.
GADMA:	Gobierno Autónomo Descentralizado Municipalidad de Ambato.
LED:	Light-Emitting Diode (Diodo Emisor de Luz).
ECU 911:	Servicio integrado de seguridad ECUADOR 911.
EPMTPO:	Empresa Pública Metropolitana de Transporte de Pasajeros de Quito.
GADMR:	Gobierno Autónomo Descentralizado Municipalidad de Riobamba.
DGMTT:	Dirección de Gestión de Movilidad, Tránsito y Transporte
LF:	Baja Frecuencia (Low Frequency).
HF:	Alta Frecuencia (High Frequency).
UHF:	Ultra Alta Frecuencia (Ultra High Frequency).
Vs:	Fuente de voltaje (Voltage Source).
PSTN:	Red de conmutación de telefonía pública (Public Switching Telephone Network)
VLIR:	Registro de Localización de Visitantes (Visitors Location Register)
GMSC:	Puerta de enlace del Centro de Conmutaciones Móviles (Gateway Mobile Switching Center)
HSCSD:	Circuitos Conmutados de Alta Velocidad (High Speed Circuit Switched Data).
EDGE:	Tasa de Datos Mejorados Para la Evolucion de GSM (Enhanced Data Rates for GSM Evolution).

HSDPA:	Acceso de Paquetes de Bajada de Alta Velocidad (High Speed Downlink Packet Access).
LTE:	(Long Term Evolution)
IoT:	Internet de las Cosas (Internet of Things).
AVL:	Localización Automática de Vehículos (Automatic Vehicle Location).
UMTS:	Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles (Universal Mobile Telecommunications System).
M2M:	Máquina a Máquina (Machine to Machine).
SMS:	Servicio de Mensajería Corta (Short Message Service).
IP:	Protocolo de Internet (Internet Protocol).
TCP:	Protocolo de Control de Transmisión (Transmission Control Protocol).
UDP:	Protocolo Universal de Datos de Usuario (User/Universal Datagram Protocol).
UART:	Universal Asynchronous Receiver-Transmitter (Transmisor-Receptor Asíncrono Universal)
DB:	Data Base (Base de Datos)
URL:	Uniform Resource Locator (Localizador Uniforme de Recursos)

RESUMEN

En la presente investigación, se implementó un prototipo, de un sistema automático de censado inalámbrico basado en identificación por radiofrecuencia (RFID) para la identificación de buses urbanos. Se conforma por los módulos de captura de datos, transmisión y monitorización, este último administrado desde un gestor de base de datos en la nube, está basándose en los sistemas de identificación por radio frecuencia y tarjetas de desarrollo como medios de identificación. Para seleccionar los elementos electrónicos se utilizó la metodología comparativa tomando en cuenta la funcionalidad, el costo, las dimensiones, rangos de lectura en el caso del RFID. Trabaja con un Arduino UNO para procesar y enviar información de censado, por medio de la tecnología de servicio general de paquetes vía radio (GPRS) usando la tarjeta GSM SIM900. El funcionamiento del sistema está basado en la lectura de un código de identificación único asignado a una unidad de transporte, la que es extraída y procesada en el módulo de captura de datos y enviada al servidor donde se puede visualizar los registros mediante un navegador web. De las pruebas realizadas al lector de ultra alta frecuencia (UHF), se determinó que, al sobrepasar los límites de distancia de lectura, de 1 a 4 metros el lector presenta inestabilidad de 4 a 5 metros y que, para realizar lecturas correctas, no debe existir elementos entre el tag y el lector que obstruyan la comunicación. Se concluye que el sistema inalámbrico de censado implementando contribuye en labores de control de frecuencias de los buses. Se recomienda realizar una investigación que permita implementar dispositivos lectores que amplíen el rango de lectura establecido entre el tag y el lector aun cuando esta se realice con obstáculos.

Palabras Clave: <TECNOLOGÍA Y CIENCIAS DE LA INGENIERÍA>, <TELECOMUNICACIONES>, <COMUNICACIONES INALÁMBRICAS>, <CENSADO INALÁMBRICO>, <TRANSPORTE PÚBLICO>, <PARADAS INTELIGENTES>, <COMUNICACIONES MÓVILES>, <PHP (LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN)>.

ABSTRACT

In the present investigation, a prototype was designed and implemented, an automatic wireless census system based on radio frequency identification (RFID) for the identification of urban buses. It conforms through data capture modules, transmission, and monitoring, this last managed from a database manager in the cloud, is based on radio frequency identification systems and development cards as means of identification. To select the electronic elements, the comparative methodology was used taking into account the functionality, cost, dimensions, reading ranges in the case of RFID. It works with an Arduino UNO to process and send census information, through the technology of general packet service via radio (GPRS) using the SIM900 GSM card. The operation of the system is based on the reading of a unique identification code assigned to a transport unit, which is extracted and processed in the data capture module and sent to the server where the records can be viewed through a web browser. From the tests to the ultra high frequency (UHF) reader, it was determined that, when the limits of reading distance were exceeded, from 1 to 4 meters, the reader presented instability of 4 to 5 meters and that, to make correct readings, it should not be there are elements between the tag and the reader that obstruct the communication. It is concluded that the wireless census system implemented contributes to control the frequencies of the buses. It is recommended to carry out an investigation that allows implementing reading devices that extend the range of reading established between the tag and the reader even when it is performed with obstacles.

KEYWORDS: <TECHNOLOGY AND SCIENCE OF ENGINEERING
<TELECOMMUNICATIONS> <WIRELESS COMMUNICATIONS> <WIRELESS
CENSUS> <PUBLIC TRANSPORT> <INTELLIGENT STOPS>, <MOBILE
COMMUNICATION>, <PHP (PROGRAMMING LANGUAGE)>

INTRODUCCIÓN

Desde sus inicios, la transportación pública ha sido uno de los medios de movilización más utilizados por los ciudadanos, permitiendo llegar a distintos lugares en tiempos estimados y bajo algunos parámetros de trayectorias, a las cuales estos deben adaptarse y cumplir para evitar una sanción por incumplimiento en sus itinerarios.

El control de los recorridos de los buses en varias ciudades del país, actualmente se basa en sistemas manuales, esto quiere decir que, existe una persona encargada de marcar una tarjeta en cada punto de control en los cuales se encuentran ubicados unos relojes electromecánicos. Con estos sistemas, el control se ve fácilmente vulnerable debido a que la persona encargada de realizar el marcado puede adelantarse a la unidad de transporte y marcar dicha tarjeta antes de que la unidad pase por el punto de control.

Por otro lado, la integridad de la persona también se ve vulnerada, pudiendo este sufrir cualquier accidente en el trayecto como una caída, un esguince del pie, etc. La competencia entre unidades que cubren el mismo trayecto, es otro de los inconvenientes, estos pueden ocasionar accidentes graves que involucren la integridad de los pasajeros.

En la ciudad de Riobamba, se ha implementado un sistema de control para las unidades de transporte público urbano mediante sistemas GPS (GADMR, 2016), que como su nombre lo indica, es un sistema que muestra la ubicación en tiempo real de las unidades pudiendo incluso llegar a medir las velocidades a las que estas se desplazan.

Mediante el presente trabajo de titulación denominado “IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO: SISTEMA AUTOMÁTICO DE CENSADO INALÁMBRICO BASADO EN RFID PARA ESTACIONES DE CONTROL DE BUSES URBANOS DE RIOBAMBA” se pretende dar una solución al problema del control mediante la implementación y funcionamiento de un sistema de censado automático e inalámbrico para buses urbanos, el mismo que estará basado en un lector de identificación por radio frecuencia RFID de media distancia (hasta 5m) conectado a un controlador y posteriormente los datos que este controlador obtenga se enviarán a través de la red de datos mediante un dispositivo remoto GSM/GPRS hasta un servidor.

El lector de las etiquetas EPC cuyas características serán analizadas más adelante, será el encargado de leer un adhesivo TAG colocado generalmente en el parabrisas delantero del automotor, en cuya memoria tiene un código único que no se puede repetir bajo ningún concepto, similar al código de barras, será los datos que obtenga el controlador electrónico para su posterior envío al servidor de base de datos.

Este servidor se encargará de gestionar todos los datos recibidos a través de la red internet desde el dispositivo remoto. El servidor contará con una base de datos donde estará disponible información relevante incluido en código único de las unidades. además, dispondrá de un servidor web, el cual permitirá visualizar, agregar, borrar o modificar el contenido de la base de datos desde cualquier parte del mundo mediante internet.

La importancia del proyecto se basa en que en la actualidad muchas compañías tanto públicas como privadas han dado prioridad al uso del GPS como sistema principal para monitorear sus bienes o servicios obviando alternativas diferentes que incluso podría funcionar de mejor manera. Uno de los inconvenientes del sistema GPS es que, en las unidades de transporte, estas deben ser previamente instaladas lo que a veces ocasiona malestar para los dueños de determinadas unidades quienes no quieren que sus vehículos se vean alterados, debido a esto el proyecto planteado no pasa de colocar una etiqueta auto adherible sobre el parabrisas y no requiere conexiones de ninguna naturaleza dentro de las unidades, haciendo fácil y rápido la instalación y puesta en funcionamiento.

Como todo sistema electrónico cuyo principal objetivo es el manejo de información, estas necesitan ser robustos, redundantes, si por alguna razón el GPS presenta inconvenientes, existirá otra manera de seguir monitorizando las unidades en los respectivos puntos de control en los cuales se puede ubicar el dispositivo.

Entonces, considerando la necesidad de que exista nuevos sistemas de control para las unidades de transporte público y tomando en cuenta el avance tecnológico, la presente investigación tiene como objetivo general el implementar un prototipo: sistema automático de censado inalámbrico basado en RFID para estaciones de control de buses urbanos de Riobamba. Y se plantea los objetivos específicos como siguen:

- Determinar las formas de lectura de los dispositivos RFID, mediante la selección de tags activos o pasivos con ayuda de microcontroladores para la detección de los buses en los puntos de control.
- Transmitir el reporte de censado de los buses a través de la red celular, para ser almacenados y mostrados en la central de control.
- Validar el funcionamiento del sistema automático de control, en conjunto con los dispositivos implementados.
- Incluir una página web para desplegar o mostrar la información de registro de buses.

El presente trabajo de titulación consta de una introducción, tres capítulos, conclusiones y recomendaciones. El primer capítulo se denomina marco teórico y se describe aspectos relacionados a los sistemas de control del transporte público. El segundo capítulo aborda detalles

de la construcción del prototipo, así como las características técnicas de los dispositivos utilizados. El Tercer capítulo presenta el análisis de resultados obtenidos de las pruebas de funcionamiento del prototipo. Se incluye el análisis de costos. En la etapa de conclusiones, se presenta los resultados más relevantes de la investigación. Finalmente, en las recomendaciones se describen tips de mejoras y trabajos futuros que se pueden realizar.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

El presente capítulo contiene información acerca de las tecnologías y topologías existentes para llevar a cabo la implementación del dispositivo para control de marcado automático, de acuerdo a los objetivos planteados. Se documenta además las características de los elementos, los mismos que son analizados para una posterior selección, tal es el caso de las tarjetas de desarrollo, y otros elementos que intervienen en el trabajo.

1.1 El Transporte Público

Etimológicamente la palabra transporte proviene del latín trans, “al otro lado”, y portare, “llevar”; es decir, llevar a otro lado. Por lo que, en general, se define al transporte como el traslado de personas o bienes de un lugar a otro (Babylon, 2010).

Es un sistema motorizado cuyo principal objetivo es transportar personas, animales o cosas de un lugar a otro. Existen varios tipos como: Buses, Camiones, Furgones, Taxis, Aviones, etc. Estos deben estar debidamente homologados y regulados por las entidades competentes de cada país o región para poder operar como tal.

El transporte, tiene la siguiente clasificación:

- a) Terrestre, que se subdivide en ferroviario y carretero
- b) Aéreo
- c) Acuático, que incluye al marítimo, de cabotaje y fluvial.

Pero con respecto al transporte terrestre según el fin o lo que transporta, este se divide en:

- a) De carga liviana y pesada
- b) De pasajeros

1.1.1 El transporte público en el Ecuador

Mejorar el sistema de transporte público en el país, es una de las principales demandas por parte de los usuarios que diariamente utilizan estos medios de transporte ya sea para movilizarse a su lugar de trabajo, a otras provincias, otros cantones, etc. En diciembre del año 2012, en el país se

llevó a cabo un “proyecto Integral de Seguridad para el Transporte Público y Comercial” (ANT, 2017) denominada “Transporte Seguro” cuyo objetivo es reducir los accidentes de tránsito por excesos de velocidad, también incorporan un sistema de seguridad que busca reducir los asaltos a unidades de transporte público de pasajeros ya sean Buses o Taxis.

En el país la trasportación pública está regulada por la Agencia Nacional de Tránsito ANT y por los Gobiernos Autónomos Descentralizados GADs de cada Provincia.

Por otro lado, a través de los años en el Ecuador se han dado grandes cambios en cuanto al transporte público, presentando el siguiente orden Cronológico. Ver Tabla 1-1

Tabla 1-1: Evolución del transporte público en el Ecuador

AÑO	EVOLUCIÓN DEL TRANSPORTE PÚBLICO
1983	Se crea la Empresa Municipal de Transporte que se encargó de la elaboración de rutas y el terminal Terrestre.
1985	Se planteó el Plan de Transporte de Quito y se logró la provisión de 100 buses articulados para la capital del Ecuador. Para esto el gobierno creó la unidad ejecutora de Trasporte.
1990	El Gobierno Nacional hace la adquisición de locomotoras para intentar recuperar el ferrocarril.
1991	Se crea la unidad de estudios de Transporte dedicado a la realización de estudios de diagnóstico y propuesta para el Proyecto Trolebús.
1993	El municipio de Quito demandó del estado la transferencia de la competencia para la prestación de varios servicios, entre ellos el de Transporte Público.
1995	Se crea la unidad de Planificación y Gestión del Transporte en el Distrito Metropolitano de Quito.
1999	Mediante reforma constitucional se establece la posibilidad de transferir a los municipios la competencia de tránsito y el transporte terrestre.
2010	Como una medida de restricción vehicular en las horas de mayor tráfico se implementa el sistema pico y placa en todo el Área Metropolitana de Quito.

Realizado por: QUICALIQUIN, Diego 2018

Fuente: (ANT, 2017)

Como se puede ver en la tabla 1-1, el sistema de transporte público de pasajeros ha evolucionado constantemente, todo esto con miras a una mejora del servicio.

1.2 Sistemas de control para el transporte Público

1.2.1 Control Reloj

Este ha sido hasta la fecha un método de control muy utilizado por casi todas las cooperativas de transporte público de pasajeros excepto los taxis. Incluso en las ciudades más grandes como Quito y Guayaquil y pese al avance de la tecnología se sigue utilizando el tradicional método de control de frecuencias mediante un sistema de relojes como se muestra en la Figura 1-1, lo que hacen es marcar el tiempo en una tarjeta con un formato determinado. Este marcado hay que hacerlo de forma manual en cada punto de control lo que los hace ineficientes, además no pueden estar ante factores climáticos diversos, son propensos a ser robados, pueden fallar, etc.



Figura 1-1: Reloj marcador de tarjetas de control de buses

Fuente: <https://goo.gl/PvfWEh>

Estos Relojes están ubicados en zonas específicas dentro de la ciudad en las líneas de recorrido de los buses, generalmente están sujetos en los postes de energía eléctrica o en ocasiones están ubicados en domicilios, además la actividad de marcado lo realiza el controlador cuando la unidad pasa por cada punto de control.

1.2.2 Control manual

Se refiere a sistemas de control que requieren la intervención humana para su funcionamiento, como los relojes de control de buses urbanos, sistemas de pago en peajes. En la transportación pública, específicamente de los buses urbanos, este hace referencia al control mediante apuntes en hojas pre impresas, al inicio o final de los recorridos donde se registra la hora de llegada-salida

a un destino. En este sistema no existe dispositivo o máquina de marcado por lo que son muy vulnerables a sufrir modificaciones.

1.2.3 Paradas Inteligentes

En el país pocas son las ciudades que cuentan con paradas inteligentes, que son sitios donde la unidad de transporte carga y descarga pasajeros.

En la ciudad de Ambato se ha llevado a cabo la instalación de paradas inteligentes, que como lo describe en la página del GADMA, los usuarios tienen la capacidad de conectarse a una red wi-fi



Figura 2-1: Parada inteligente Ambato

Fuente: (GADMA, 2016. <https://goo.gl/SBVeUM>)

Pueden visualizar información relevante del municipio en una pantalla LED, en la Figura 2-1 se observa una de las paradas inteligentes implementadas en esta ciudad. En cuanto a la seguridad, cuentan con un sistema de video vigilancia basado en la infraestructura del sistema de seguridad integral ECU 911 (GADMA, 2016).

Por otro lado, en la ciudad de Quito, se han implementado paradas inteligentes en el sistema Trolebús, que cuentan con guías para personas no videntes, tienen acceso a la red wi-fi gratuito. La EPMTQP ha implementado una página web denominada <http://www.trolebus.gob.ec/>, donde la ciudadanía puede obtener información del circuito más rápido para llegar a su destino (EPMTQ,

2017). El diseño exterior de una de las paradas inteligentes y una unidad del sistema trolebús se puede ver en la Figura 3-1.



Figura 3-1: Nuevas Paradas Trolebús Quito

Fuente: <https://goo.gl/rp6hDM>

En la ciudad de Riobamba no se ha implementado algún tipo de paradas inteligentes, en su lugar, la ciudadanía cuenta con una aplicación denominada RIORUTAS para la visualización de los recorridos de los buses, que se encuentra disponible desde enero del 2017 según el sitio oficial del Municipio de Riobamba (GADMR, 2017).

1.2.4 Control mediante uso del GPS

Es una de las formas de llevar a cabo el control y monitorización en diversos ámbitos de trabajo, ofrece ventajas en cuanto a la motorización de mercancía. Para ser competitivos actualmente los propietarios de flotas de transporte deben aumentar su productividad, abaratar costos y garantizar las entregas de mercadería, por lo que según ORBCOMM empresa dedicada al seguimiento de flotas en España, la tecnología GPS tiene las siguientes ventajas (ORBCOMM, 2017):

- La visibilidad y control completo de las flotas mediante comunicaciones bidireccionales.
- Aumenta el rendimiento de la flota y la eficiencia en cuanto al consumo de combustible.
- Permite asegurar el cumplimiento de regulaciones internas y externas.
- Se puede optimizar la logística y mejorar el servicio al cliente.

En la ciudad de Riobamba, de acuerdo a la ordenanza 008-2016, Capítulo II para el FORTALECIMIENTO DE LA CALIDAD DE SERVICIO, el transporte público urbano de pasajeros deben implementar el GPS, GPRS u otro sistema de comunicación dentro de las

unidades para que la DGMTT pueda obtener reportes de ubicación y cumplimiento de rutas mediante un servidor central instalado en dicha Dirección de Movilidad (GADMR, 2016 pág. 7).

Pero el problema radica en que el sistema no ha arrojado los resultados esperados por lo que las flotas de buses aún siguen utilizando hojas de registro como se puede ver en la Figura 4-1.

Figura 4-1: Cuadro de trabajo y control de línea
Realizado por: QUICALIQUIN, Diego 2018

A diferencia del sistema planteado que ofrece mayor confiabilidad en los datos de control, el registro manual puede alterarse fácilmente.

1.2.5 Cuadro comparativo Sistemas de Control

Durante la realización del presente trabajo la dirección de movilidad de Riobamba ha dado paso a la implementación del sistema GPS en las unidades de transporte, pero pese a esa disposición el sistema planteado sobresale en sus características como se ve en la Tabla 2-1

Tabla 2-1: Sistemas de control

VARIABLES	CONTROL RELOJ (Sistema manual)	GPS (Sistema en Pruebas)	RFID (Sistema planteado)
Seguridad de datos	Puede alterarse	No alterable	No alterable
Tiempo de censado	30 seg a 1 min	Seguimiento	0 a 1 segundo
Mantenimiento	Requerido mensual	Semestral	Anual
Personal	Indispensable	No se requiere	No se requiere
Funcionamiento	En transición	Implementado	Prototipo
Instalación en unidad (BUS)	No se requiere	Dispositivo electrónico	Requiere solo un tag

Costo de implementación	\$ 398,52 C/U (Precio USA)	\$ 75 por unidad de transporte	\$ 5 por unidad de transporte
--------------------------------	----------------------------	--------------------------------	-------------------------------

Fuente: (GADMR, 2016)

Realizado por: QUICALIQUIN, Diego 2018

Del análisis realizado a los sistemas de control para buses urbanos se puede constatar que existen dos tecnologías, de las cuales el control mediante reloj de tarjetas está en transición a obsoleto, y el GPS se encuentra en etapa de implementación y pruebas. Se opta por la implementación del prototipo planteado, por a las características de facilidad de instalación y costo de implementación.

1.3 Sistemas de identificación

Cada vez son más los sistemas de identificación que se ofertan, algunos aun en desarrollo. En la Figura 5-1 se muestra algunos de los sistemas más utilizados para el control de identificación.



Figura 5 -1 Diferentes sistemas de identificación

Fuente: (Omron, 2017, p. 1)

Realizado por: QUICALIQUIN, Diego 2018

Los sistemas dactilares se utilizan principalmente para la identificación de personas, identificando patrones que no se pueden alterar. Por otro lado, están los códigos de barras, que sirven para la identificación de objetos a corta distancia. Por último, están los sistemas de identificación por radio frecuencia. Dependiendo de la norma ISO que se utilice, estos pueden realizar lecturas a diferentes distancias.

1.3.1 Lectores dactilares

Funcionan bajo el concepto de que no existen dos huellas exactamente iguales (Sánchez, 2016 pág. 11). Es utilizado en donde se requiera un registro previo del personal, evitando así el uso

innecesario de papel. En la Figura 6-1 se visualiza un esquema de funcionamiento del lector dactilar utilizado para el control de usuarios.

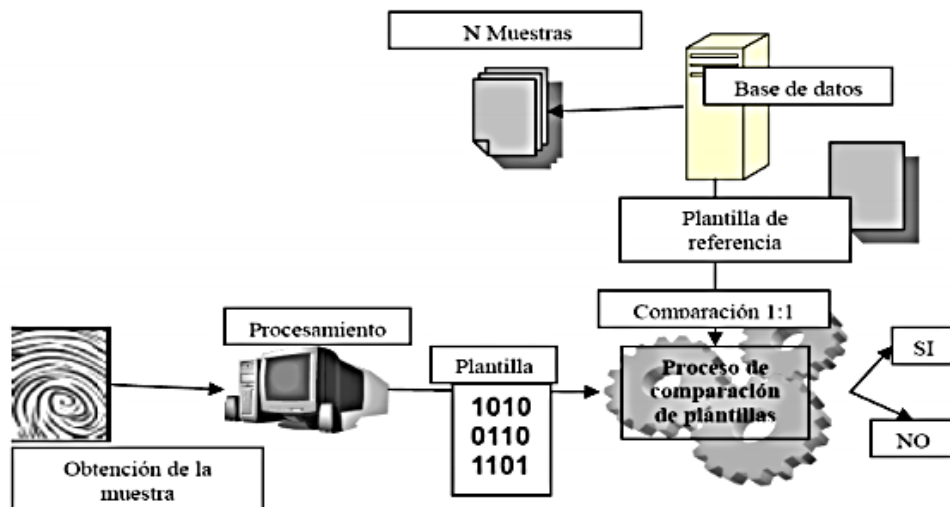


Figura 6-1: Esquema de funcionamiento del control dactilar
Fuente: (Sánchez, 2016 pág. 9)

En la industria de los teléfonos móviles ciertos fabricantes ya disponen de este sistema de seguridad cuya principal función es el de permitir el acceso al dispositivo, evitando de esta manera la introducción de códigos de seguridad o patrones de desbloqueo.

1.3.2 *Sistemas de control por comandos de voz*

Los autos modernos incluyen esta característica para que el conductor pueda comunicarse con el vehículo, ofrecen una mayor comodidad al momento de conducir ya que permiten la concentración del conductor en la carretera (CIRCULA SEGURO, 2014). El automotor está configurado para encender al escuchar la frecuencia exacta de las cuerdas bucales de su propietario lo que lo hace poco vulnerable a suplantaciones. En la ESPOCH, se desarrolló una investigación como trabajo de titulación que implementa un módulo de encendido mediante uso de comandos de voz, luego de haber ajustado varios parámetros, el resultado es una semi-automatización de encendido del vehículo (CABEZAS, y otros, 2015).

Esta característica también está disponible en los sistemas operativos y permite una búsqueda fácil a través de navegadores e incluso se pueden ejecutar programas haciendo uso de comandos de voz. Pero necesita conexión con internet.

Estos sistemas por medio de algoritmos o software especializado, presentan diversidad de aplicaciones especialmente para personas con capacidades especiales, lo que les permite comunicarse. En una persona con dificultades auditivas, la voz puede ser convertida a texto o en forma inversa en el caso de una persona con problemas de visión (YOUNGMARKETING, 2013).

1.3.3 *Sistemas de control por código de barras*

Permite llevar el control de inventarios disponibles, facilitan la clasificación y almacenado de los productos que serán comercializados. Entre las principales ventajas de los códigos de barras está que:

- El costo de impresión es relativamente bajo en comparación con etiquetas RFID, por ejemplo.
- Los equipos para la lectura de los datos son fáciles de instalar e incluso puede ser una aplicación móvil.
- Es un sistema eficiente por la facilidad de captura de los datos.
- El porcentaje de errores en las lecturas son muy bajos.
- Permite el ahorro de recursos como tiempo y dinero.

No existe un número definido de los campos en los que se aplica el uso de los códigos de barras, por sus características y costos bajos son los preferidos por las industrias (María, 2015).



Figura 7-1: Simbología de código de barras
Realizado por: QUICALIQUIN, Diego 2018

El código de barras de la Figura 7-1, corresponde a un producto de tecnología de comunicación inalámbrica de la marca TP-LINK. Dependiendo de su uso existen varias simbologías de códigos de barras, por ejemplo, para códigos pequeños se utiliza el código UPC-E, para los artículos de tamaño reducido se usa el código EAN-8, en la industria editorial se emplea el código UPC-A, así sucesivamente según los productos también varían la simbología que los representa. Es la tecnología preferida de los comercios, por sus ventajas, pero presenta limitaciones, como: (Inteco, 2010).

- Corta distancia para la lectura de los códigos.

- Solo identifica el tipo de producto más no las unidades en particular.
- Puede dañarse o romperse fácilmente al estar impreso en papel.
- Al dañarse no puede ser leído.
- En determinados casos, puede obtener una lectura errónea del producto.

1.3.4 *Sistemas de control mediante RFID*

Su funcionamiento se basa en emisiones de ondas electromagnéticas tanto en el lector como en el transponder o tag, permitiendo transmitir los datos de identificación del producto u objeto de manera unívoca, principalmente comprende las siguientes aplicaciones:

- **Instrucciones de trabajo**

Pueden fácilmente instalarse en sistemas clasificadores, los cuales leen las etiquetas que se encuentran adheridas al producto como se puede ver en la Figura 8-1, un sistema lector se encuentra ubicado en un sitio estratégico y hace uso de un controlador programado para clasificar los productos. Previene errores en la identificación de productos reduciendo pérdidas de información.

- **Administración de historiales**

Es capaz de desempeñar trabajos de acuerdo a las instrucciones impresos en los RF tag y guardar los resultados del proceso respectivo. Soporta administración de historial de producción como: datos de fabricante y los resultados de inspección, todo dentro del RF tag. Ver Figura 9-1 (Omron, 2017).

- **Características**

Las principales características de los sistemas RFID son:

- Facilidad de leer y grabar datos sin contacto directo.
- Sistemas altamente flexible y confiable al combinar un elemento con su información.
- Con la adopción de protocolos y tecnologías de transmisión, es posible una comunicación de alta confiabilidad.



Figura 8-1: Clasificador de productos
Fuente: (Omron, 2017 pág. 1)



Figura 9-1: Administración de historial de productos
Fuente: (Omron, 2017 pág. 1)

- La lectura y escritura de los datos es posible, aunque no exista línea de vista directa, para esto el sistema emplea ondas de transmisión electromagnética.
- Pueden leer información de varios *tags* a la vez.
- Es posible configuraciones de corta, mediana y larga distancia.

• Principios de funcionamiento

Para que un sistema RFID pueda funcionar, requiere de tres elementos que son:

1. RF tag (Portador de Datos).
2. Antena (Lectura/Escritura).
3. Controlador.

Diagrama de bloques de funcionamiento del sistema RFID se muestra en el Gráfico 1-1.

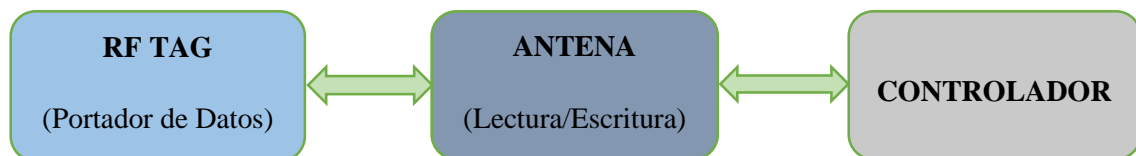


Gráfico 1-1: Diagrama de bloques sistemas RFID
Realizado por: QUICALIQUIN, Diego 2018

Lo que hace el sistema RFID es: escribir datos enviados desde el host hacia el RF tag por medio de la antena lector/escritor. Los datos alojados dentro del RF tag son leídos a través de la misma antena. En determinados casos los tag son reprogramables, estos a su vez son gestionados por un servidor o puede haber un simple controlador dedicado a una determinada tarea como al cierre o apertura de puertas.

- **Clasificación según la banda de frecuencias**

Existen tres bandas de frecuencias en las que trabajan los RFID, los mismos que se representan en el Gráfico 2-1. Con sus respectivas variaciones de frecuencia representadas en forma de ondas.

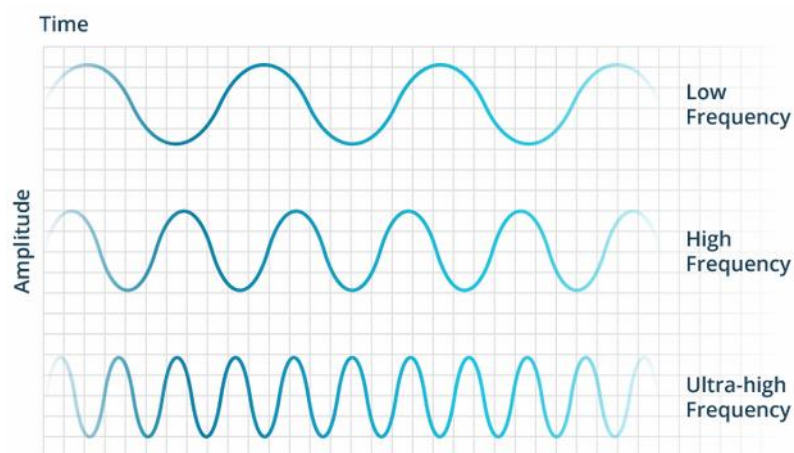


Gráfico 2-1: Frecuencias RFID

Fuente: (IMPINJ, 2017)

La banda de baja Frecuencia LF tiene un rango que va desde los 30 KHz hasta 300 KHz. Los sistemas de RFID de baja frecuencia operan en esa banda. Tienen un alcance de 10 cm y baja tasa de lectura y transmisión de datos. Por su lado la banda de alta frecuencia HF ocupa el espectro electromagnético en un rango desde los 3 MHz hasta los 30 MHz. Mucho de los sistemas RFID operan en la banda de 13.56 MHz con alcances entre 10 cm a 1 m tienen una sensibilidad moderada frente a interferencias.

La banda de ultra alta frecuencia UHF está en el rango de los 300 MHz a 3 GHz. Existen algunas variaciones en las frecuencias de operación en determinados países. El rango de lectura puede llegar hasta los 12 m, la tasa de transmisión de UHF RFID es más rápida que LF y HF, pero es más sensible a las interferencias, pueden trabajar en ambientes interiores como exteriores. Los tags UHF son más baratos y fáciles de fabricar que los tags para LF y HF (IMPINJ, 2017). En la Tabla 3-1 se muestra la clasificación de los sistemas RFID según su banda de frecuencias el cual usa el espectro electromagnético como medio de transmisión.

Tabla 3-1: Clasificación de RFID por su banda de frecuencias

Espectro electromagnético	30 a 300 kHz	3 a 30 MHz	300 MHz a 3 GHz
	LF	HF	UHF
Abreviación	Baja frecuencia	Alta frecuencia	Ultra alta frecuencia

Frecuencia de trabajo	125/135 KHz	13.56 MHz	433 MHz/860 a 960MHz/2.45GHz
Norma ISO	ISO 14223, ISO/IEC 18000-2	ISO 15693, ECMA-340, ISO/IEC 18092	EPC Gen2 (ISO 18000-63)
Transmisión espacial	Inducción Electromagnética	Inducción Electromagnética	Microondas

Realizado por: QUICALIQUIN, Diego 2018

Fuente: (IMPINJ, 2017)

1.3.4.1 Arquitectura RFID

Se basa principalmente en tres bloques fundamentales que son: la etiqueta o tag, la antena de lectura y el lector como se muestra en la Figura 10-1. Algunos de los sistemas incorporan el lector y la antena en una sola cápsula.

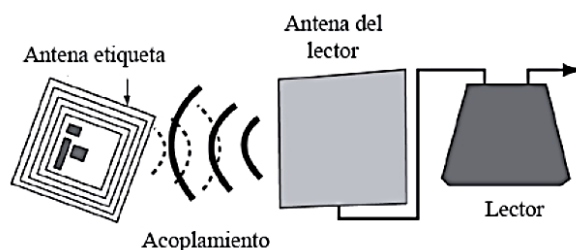


Figura 10-1: Arquitectura básica RFID

Fuente: (Ruz, 2013 pág. 10)

1.3.4.2 Tag Pasivo

Son las más utilizadas por sus bajos costos de producción, no requieren de fuentes de alimentación interna, pues la obtiene del mismo lector por medio de un acoplamiento inductivo característica que poseen los circuitos resonantes. La carga o energía generada por el lector excita la electrónica interna del tag el cual le devuelve información almacenada en el chip (Inteco, 2010). En el Gráfico 3-1 se puede ver las partes más significativas de un tag pasivo.

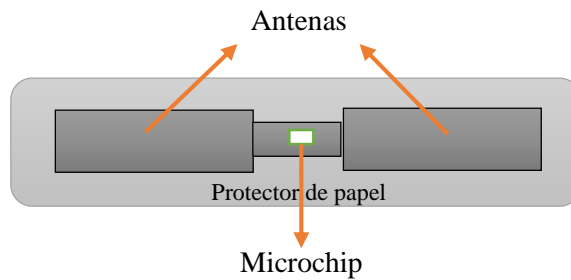


Gráfico 3-1: Componentes de un tag pasivo

Fuente: (Ruz, 2013 pág. 13)

Realizado por: QUICALIQUIN, Diego 2018

1.3.4.3 Tag Activo

Su principal ventaja es que cuenta con una fuente de alimentación (V_s) como se muestra en la Figura 11-1, lo que mejora el alcance de transmisión de datos, superando significativamente al tag pasivo. Pero tiene una vida útil muy inferior a las pasivas debido al desgaste de su fuente de alimentación y su construcción resulta más costoso debido a la circuitería impresa. Se usa especialmente en ambientes hostiles como agua y presencia de metales, donde se requiere mayor robustez y seguridad en la lectura de datos (Inteco, 2010).

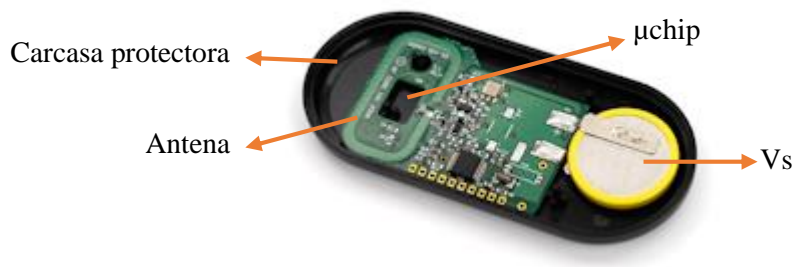


Figura 11-1: Componentes de un tag RFID activo

Fuente: (Sparkfun, 2015)

Realizado por: QUICALIQUIN, Diego 2018

1.3.4.4 Tag semi-activo

Es una tecnología híbrida, su principal objetivo es el de alargar la vida útil del tag, funciona como tag pasivo para beneficiarse de la alimentación inducida por la antena del lector y comunicarse con la misma, mientras que para mantener los datos en memoria funciona como un tag activo (Ruz, 2013).

1.3.4.5 Tabla comparativa

Se presenta algunas de las comparativas más importantes para el proceso de selección de la etiqueta con el que se implementara el prototipo.

Tabla 4-1: Tabla comparativa entre las distintas etiquetas

ETIQUETA	PASIVO	ACTIVO	SEMI-ACTIVO
Alimentación	No necesita	Necesario para funcionar	Activo para funciones básicas, Pasivo para comunicación con el lector
Ambientes de uso	Condiciones normales	Ambientes normales y hostiles	Ambientes normales y hostiles
Durabilidad	Depende de condiciones de uso.	Depende de la batería	Depende de la batería
Almacenamiento	Hasta 64KB	Hasta 8MB	Hasta 8MB
Seguridad de los datos	Variable (baja-alta)	Alta	Alta
Distancia de lectura	Distinto para LF, HF, UHF; (0-15)m	+ - 100 m	+ - 100 m
Precio	+ - \$1	\$10 +	\$10 +

Realizado por: QUICALIQUIN, Diego 2018

Basado en los datos de la Tabla 4-1 el tag más conveniente para el presente proyecto es el pasivo, por sus características de durabilidad y costos bajos.

1.3.5 Redes GSM

Es un sistema de comunicaciones móviles usado mundialmente con gran éxito en conjunto con GPRS 3G, desarrolló un crecimiento prácticamente exponencial entre los años de 1993 y 2009 como se observa en el Gráfico 4-1. El gran éxito que ha tenido se debe en gran parte a los siguientes:

- A pesar del desarrollo y pruebas de GSM que duró una década, ésta pudo aprovechar el momento justo en que se dio la liberación de las telecomunicaciones en Europa, permitiendo satisfacer necesidades de seguridad y servicios cuyas demandas provenían

de los abonados, convirtiéndose en el estándar ideal a inicios de la década de los 90 por toda Europa y luego por el resto del mundo.

- Los costos de los equipos se abarataron debido a la estandarización mundial de GSM.
- La capacidad para realizar roaming fue también una de las claves que apuntaló el crecimiento de la red, permitiendo al cliente conectarse a redes GSM distintas al que se encuentra suscrito.

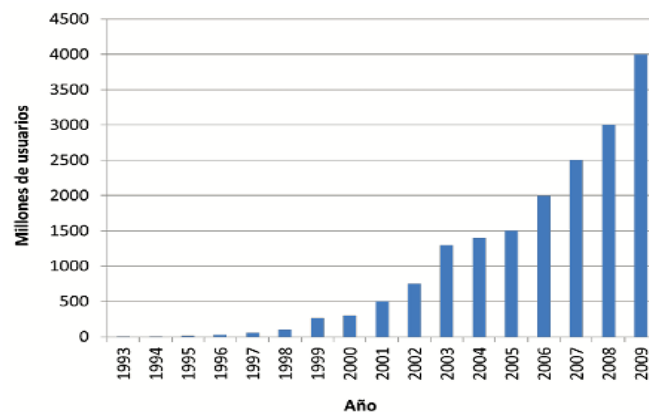


Gráfico 4-1: Número de abonados de GSM 1993-2009

Fuente: (García, y otros, 2014 pág. 32)

- La elaboración de los equipos se volvió más competitivo entre los fabricantes.
- La característica de escalabilidad fue aprovechada oportunamente por el estándar ya que permitió realizar cambios para adaptarse en el espectro, incorporando nuevas bandas de frecuencia.

- **Estructura de la red GSM**

Es de tipo jerárquico, los elementos se conectan por medio de interfaces definidos en el estándar de redes móviles como se muestra en la Figura 12-1 donde se puede ver la disposición de los diferentes elementos que lo conforman (García, y otros, 2014 pág. 32).

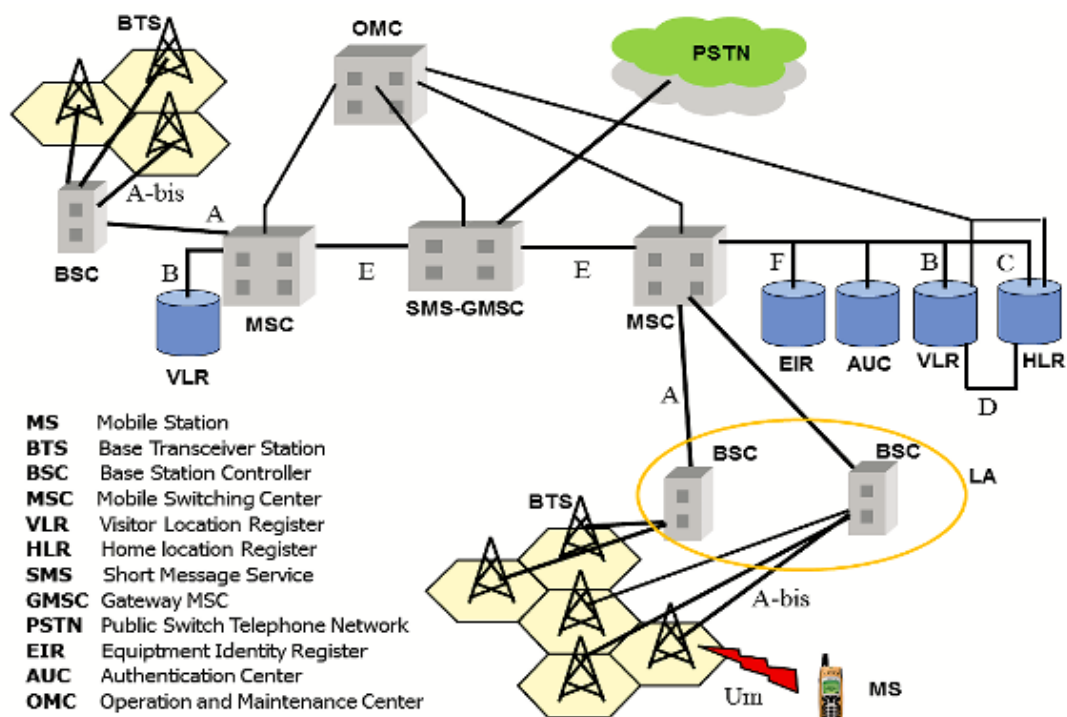


Figura 12-1: Estructura general de una red GSM

Fuente: (García, y otros, 2014 pág. 33)

La red celular trajo el desarrollo de grandes redes de telecomunicaciones, permitiendo a sus abonados moverse a través de ciudades o países (Figueroa, 2008 págs. 69-70).

1.3.6 Redes de datos Móviles

Es una característica de los sistemas celulares, el cual permite navegar por internet desde los dispositivos móviles. Para satisfacer estas necesidades se han implementado algunas técnicas de transmisión como se muestra en la Tabla 5-1, los mismos que incrementan velocidades de transmisión de voz y permiten la conmutación de paquetes de datos (Figueroa, 2008 pág. 33).

Tabla 5-1: Técnicas para la transmisión de datos celulares.

TÉCNICAS	GPRS	EDGE	HSDPA+	LTE
Generación	2 ^{da}	2 ^{da}	3 ^{ra}	4 ^{ta}
Velocidad	52 kbps -115 Kbps	384 Kbps en combinación con GPRS	Tasas teóricas de 14 Mbps	Hasta 100 Mbps

Conmutación de datos	Por paquetes y circuitos	Por paquetes	Por paquetes	Por paquetes
-----------------------------	--------------------------	--------------	--------------	--------------

Realizado por: QUICALIQUIN, Diego 2018 **Fuente:** (García, y otros, 2014) & (Figueroa, 2008)

La constante evolución de la red celular se ha dado en gran parte por la demanda de los usuarios hacia los servicios móviles, y el constante desarrollo de aplicaciones de software que necesitan conectividad a internet para mantener sincronizaciones con sus servidores (García, y otros, 2014 pág. 71).

1.3.6.1 Redes 3G y 4G

3G, esta tecnología se caracteriza por la velocidad mejorada en la transmisión de datos y ser apta para aplicaciones multimedia debido a la convergencia de los servicios de voz y datos de acceso inalámbrico. Su característica de portabilidad e internet de alta velocidad le permite realizar incluso videoconferencias, audio en formatos mp3, streaming de video entre otras novedades de la red (Jiménez, 2009 pág. 6)

LTE 4G, tiene un enfoque principalmente en la transmisión de datos de alta velocidad llegando hasta los 100Mbps teóricos como se muestra en la Tabla 6-1 y 7-1 (León Sanz, y otros, 2014 págs. 20-21).

Tabla 6-1: Velocidades reales y bandas LTE Ecuador.

LTE	CLARO	MOVISTAR	CNT
FRECUENCIA	1700/2100 MHz (AWS o Banda 4)	1900 MHz (Banda 2)	1700/2100 MHz (AWS o Banda 4)
VELOCIDAD DE DESCARGA	18.7 Mbps	19.7 Mbps	9.3 Mbps
VELOCIDAD DE CARGA	11.6 Mbps	10.9 Mbps	3.2 Mbps
LATENCIA	154 ms	138 ms	215 ms
CONFIABILIDAD	100%	97%	98%

Realizado por: QUICALIQUIN, Diego 2018 **Fuente:** (S, 2016)

Tabla 7-1: Bandas de frecuencia 3G y 2G Ecuador.

OPERADORA	CLARO	MOVISTAR	CNT
BANDA 3G	850 MHz (Banda 5)	850 MHz o 1900 MHz	1900 MHz (Banda 2)
BANDA 2G	850 MHz (Banda 5)	850 MHz	1900 MHz (Banda 2)

Realizado por: QUICALIQUIN, Diego 2018 **Fuente:** (S, 2016)

1.3.7 Transporte de datos TCP/IP

Es un conjunto de protocolo desarrollado para soportar internetworking por completo. Existen dos arquitecturas o modelos de transporte de datos, OSI y TCP/IP. Pese a que OSI es distinta de la arquitectura TCP/IP, estas guardan algunas similitudes como se ve en la Figura 13-1. Existe dos tipos de tráfico por IP, TCP y UDP. Los paquetes TCP son orientados a conexión, son más seguras pero no pueden ser usadas para transmisiones en tiempo real debido a la latencia que presenta, en tanto que UDP no está orientado a la conexión y es muy utilizado para comunicaciones en tiempo real como videoconferencias, seguridad remota, etc., (Boronat Seguí, y otros, 2013).



Figura 13-1: Arquitectura de red OSI vs TCP/IP

Fuente: <https://goo.gl/JBLqWt>

Las tres últimas capas del modelo OSI representa la capa de aplicación para la arquitectura de red TCP/IP, la capa 1 y 2 del modelo OSI son la capa de acceso a la red en TCP/IP mientras que la capa 3 y 4 del modelo OSI son las mismas para TCP/IP.

TCP y UDP se encuentra en la capa de transporte de ambas arquitecturas y se envían y reciben los datos mediante direcciones IP públicas o privadas.

- **Direcciones ipv4**

Son como etiquetas binarias que sirven para identificar equipos en la red, está formada de 32 bits o cuatro octetos, cada octeto es un byte. Al momento ipv4 públicas se encuentra agotado por la gran cantidad de equipos que se conectan a la red. Una dirección pública no puede repetirse,

siendo la causa de agotamiento de estas direcciones lo que ha dado paso a la implementación de ipv6 (Boronat Seguí, y otros, 2013 pág. 123).

- **Direcciones ipv6**

Sirven para identificar equipos en red, la diferencia frente a ipv4 está en la gran cantidad de direcciones que se puede obtener debido a los 128 bits que emplea en su diseño, fue desarrollado para cubrir la demanda de direcciones agotadas en ipv4. En ipv6 se consiguen hasta 2^{128} posibles direcciones, que se dice son inagotables a mediano plazo (Boronat Seguí, y otros, 2013 pág. 124).

IP, ya sea ésta v4 o v6, trabajan en la capa de red o internet del modelo TCP/IP.

- **Funcionamiento de IP**

Funciona en modo datagrama, encapsulando los datos en PDUs que también se denominan datagramas IP. Al segmento que se recibe del nivel de transporte se le añade una cabecera IP con información de control y direccionamiento completo formando un datagrama, este datagrama es transmitido encapsulado en una PDU de subred llamada trama o paquete dependiendo del nivel de 2 o 3 respectivamente para finalmente ser enviados a través de los medios físicos, ethernet o vía Wireless en forma de bits (Boronat Seguí, y otros, 2013).

1.4 Tarjetas de desarrollo

Se utilizan para tareas de elaboración de prototipos para proyectos electrónicos ya que pueden proveer las herramientas necesarias para la programación e implementación de la circuitería sobre su placa. Una de las tarjetas de desarrollo bien conocidas es Arduino, la cual ofrece compatibilidad y facilidad de programación. Actualmente existen tarjetas de desarrollo de diferentes fabricantes siendo el caso de Raspberry pi, Galileo, Monkey, Libeliun-Waspmote, entre otros (Pérez Guzmán, y otros, 2016).

1.4.1 Arduino

Es la placa de código abierto más utilizada en proyectos y prototipos, cuenta con un microcontrolador AVR, puertos de entrada y salida tanto digitales como análogos programables y el entorno de desarrollo Arduino IDE para crear las líneas de código (Pérez Guzmán, y otros, 2016). Posee la gama más completa de tarjetas de desarrollo, dependiendo de las características del proyecto se puede seleccionar cualquiera de ellas (ARDUINO, 2018).

1.4.2 *Shield SIM 900 GSM/GPRS*

Es una tarjeta utilizada para comunicaciones inalámbricas vía celular, puede ser controlada directamente desde la PC gracias a su puerto UART, o por medio de comandos AT. Esta tarjeta es totalmente compatible con Arduino lo que lo hace ideal para labores de construcción de prototipos de proyectos electrónicos. Tiene gran campo de aplicaciones donde se puede usar este módulo como son: sistemas remotos, comunicación recursiva, domótica, puntos de control, etc., (Lara, 2015).

Por sus características y para cumplir con los requerimientos del proyecto, este módulo es el ideal para realizar el prototipo planteado.

1.4.3 *Tabla comparativa de tarjetas de desarrollo*

Tabla 8-1: Comparación entre tarjetas de desarrollo Arduino

TARJETA	ARDUINO MEGA	ARDUINO UNO	ARDUINO MINI
PROCESADOR	ATmega2560	ATMEGA328	ATmega328
E/S DIGITALES	54	14	14
E/S ANALÓGICAS	16	6	8
MEMORIA FLASH	256 KB	32KB	32KB
VOLTAJE DE OPERACIÓN	5V	5V	5V
PUERTOS USB	1	1	1
COMPATIBLE SIM900	Modular	Modular	N/A
ENTORNO DE DESARROLLO	Arduino IDE	Arduino IDE	Arduino IDE
VELOCIDAD DE PROCESADOR	16 MHz	16 MHz	16MHz
PRECIO ESTIMADO	\$50	\$35	25\$

Realizado por: QUICALIQUIN, Diego 2018

En base a la comparativa presentada en la Tabla 8-1, se seleccionó la tarjeta de desarrollo Arduino UNO por sus características y compatibilidad con el Shield GSM SIM900.

1.5 Base de datos

Es un conjunto de elementos interrelacionados, organizados en cuyo interior guardan información de organizaciones o personas. Las bases de datos pueden ser electrónicos o físicos, siendo esta última administrada manualmente por una persona utilizando libros de registros. Las bases de datos electrónicas están gobernadas por un software como MySQL, Microsoft Access, entre otros. Son creadas mediante tablas que identifican los elementos de una base de datos como usuarios y administradores, clientes y vendedores, etc.

1.5.1 MySQL

Es un software que sirve para administrar bases de datos de manera sencilla y rápida. permite acceder a las bases de datos desde navegadores web, lo que lo hace ideal para transacciones online y demás soluciones que impliquen el almacenamiento de datos. Con MySQL se puede realizar múltiples tareas como consultas rápidas, creación de nuevas bases de datos, modificación de las mismas, etc.

Es de licencia GLP aunque también existe la versión de licencia comercial. La diferencia entre estas radica en que la versión de licencia comercial no tiene código abierto, es decir no se puede realizar adaptaciones ni modificaciones a su código fuente. En tanto que un software con licencia GLP puede ser modificado y personalizado según las necesidades cambiando las escrituras de su código fuente (Cobo, y otros, 2005 págs. 339-340).

1.5.2 Lenguaje de programación PHP, HTML

HTML es un lenguaje de programación que permite crear y diseñar páginas web utilizando comandos, marcas o etiquetas que permiten definir los atributos del mismo como: color del texto, hipervínculos, contenidos multimedia, etc. Con este lenguaje, se puede crear una página web tan solo con hacer uso del blog de notas de Windows. Al abrir el documento, el navegador interpretará como una página web siempre y cuando se guarde el documento con una extensión .html. un ejemplo de página web creado con el blog de notas se muestra en la Figura 14-1 (Cobo, y otros, 2005 pág. 57).



Figura 14-1: Página web creada con blog de notas de Windows
Realizado por: QUICALIQUIN, Diego 2018 **Fuente:** (Cobo, y otros, 2005 pág. 58)

De esta manera, utilizando un sencillo código, se ha creado una página web, escrita con lenguaje HTML.

`<H1> Primer ejemplo de página web </H1> realizado con HTML y el bloc de notas.`

Código utilizado para la página web de la Figura 14-1 (Cobo, y otros, 2005 pág. 57).

PHP fue inicialmente creado para entornos UNIX y es sobre este sistema operativo que se puede aprovechar de mejor manera sus características y funcionalidades. A diferencia de HTML, PHP resulta mucho más sencillo de aprender e interpretar las líneas de código. En sus inicios PHP solo servía para realizar contadores y libros de visita a las páginas web. Hoy en día al igual que HTML, permite diseño web mediante las múltiples funcionalidades y librerías que se puede agregar para personalizar una página web.

Para programar en php es necesario tener instalado un servidor web, por ejemplo, Apache o cualquier otro, trabaja bajo cualquier plataforma, Linux, Unix, Microsoft, etc. También es necesario tener instalado un intérprete de PHP ya que el documento php pasa por el intérprete antes de ser mostrado al usuario (Cobo, y otros, 2005 págs. 99-100).

1.5.3 Gestor de base de datos XAMP

Es una distribución de apache, gratuito y fácil de instalar y ponerlo en marcha, contiene MariaDB para la creación de Bases de Datos, Interprete de PHP y Perl. Se puede instalar en múltiples plataformas, Windows, Linux y OS X. Es un tipo de servidor muy útil para labores de desarrollo web con php o html, en conjunto con bases de datos MySQL. Se puede descargar gratuitamente en el link: <https://www.apachefriends.org/es/index.html>.

1.5.4 Servidor web

Se basan en el modelo informático cliente-servidor. Entonces un servidor web no es más que uno o más ordenadores conectados a la red, ofreciendo servicios al resto de equipos clientes como se muestra en la Figura 14-1. Un servidor generalmente tiene presencia permanente o estable en la red, lo que significa que mantiene una misma dirección IP mediante el cual pueden acceder los clientes.

A diferencia de los servidores, los equipos clientes son quienes solicitan servicios a los servidores, teniendo presencia física en la red durante el tiempo de conexión. En los equipos clientes no es necesario mantener direcciones IP fijas pudiendo estas cambiar en determinadas ocasiones (Cobo, y otros, 2005 págs. 4-6).



Figura 15-1: Modelo Cliente Servidor

Fuente: (Cobo, y otros, 2005 pág. 6)

Existen diferentes tipos de servidores como: Servidores de correo, multimedia, de proxy, de bases de datos, entre otros.

CAPÍTULO II

2. IMPLEMENTACIÓN DE *HARDWARE* Y *SOFTWARE* DEL PROTOTIPO

El presente capítulo contiene las etapas de construcción del prototipo, así como las especificaciones técnicas de los equipos usados. También se describe los requerimientos de software necesarios para la implementación del proyecto y los respectivos diagramas de flujo que se requieren.

2.1 Requerimientos para el diseño del Sistema de Censado Inalámbrico

Luego del estudio previo, ahora se definen los requerimientos a cumplirse en el diseño para satisfacer la construcción del prototipo de sistema automático de censado inalámbrico basado en RFID para estaciones de control de buses urbanos de Riobamba. Los requerimientos son los siguientes.

- Debe ser de fácil operación, instalación y debe ser independiente de otros sistemas de monitoreo como el GPS.
- Ser capaz de censar los buses en sus respectivos puntos de control y enviar los datos al servidor.
- Utilizar la red de datos celular para transmitir la información de censado de buses.
- Proporcionar el reporte de censado a través de internet, cuando el usuario lo requiera.

2.2 Arquitectura general del sistema

En la Figura 1-2, se presenta la arquitectura general del sistema, el cual está compuesto por tres módulos principales, el módulo de adquisición de datos, el módulo de transmisión y el módulo de monitoreo. Los dos primeros módulos están interconectados físicamente mediante cables mientras que el módulo de monitoreo está interconectado con el módulo de captura de datos mediante la red celular.

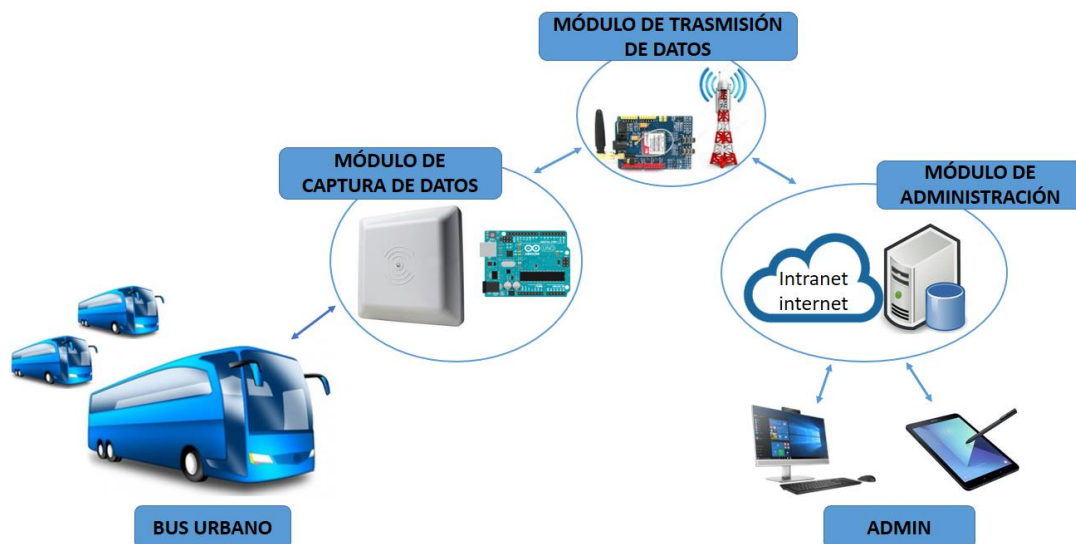


Figura 1-2: Arquitectura general del sistema
Realizado por: QUICALIQUIN, Diego 2018

El módulo de captura de datos está compuesto por 2 dispositivos, los mismos que interactúan para procesar la información recibida del *tag* ubicado en el bus. Estos dispositivos son:

1. El lector UHF-RFID (902-928) MHz, de mediana distancia (0 a 6) m, se encarga de la lectura de las etiquetas y de proveer de datos a la tarjeta de desarrollo (Arduino) a través de su puerto Wiegand 26.
2. La tarjeta de desarrollo, recibe los pulsos Wiegand 26 desde el lector RFID y los decodifica mediante algoritmos programados, obtiene el código único del *tag* y lo envía al Shield GSM vía UART.

El segundo módulo es el de transmisión de datos, consiste en la tarjeta Shield GSM SIM900, que se encarga del envío de los datos vía TCP/IP al servidor de base de datos.

Por último, se presenta el módulo de procesamiento y administración de la información, que consiste de un servidor ubicado en un hosting en la nube, al cual se puede acceder remotamente para poder administrar la base de datos y el servidor web. A este, pueden acceder usuarios desde internet para realizar consultas o imprimir reportes de censo de las unidades de transporte.

2.2.1 Módulo de captura de datos

El diagrama de bloques del prototipo se presenta en la Figura 2-2, este representa la disposición de los componentes de la estructura del módulo de lectura, teniendo como componentes los siguientes bloques:

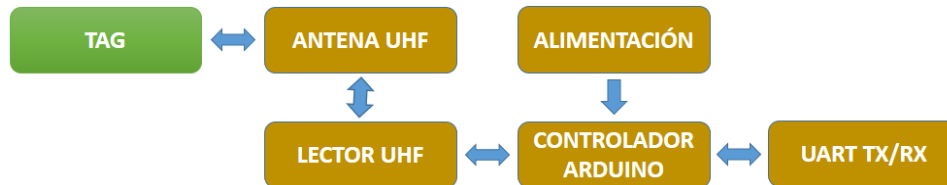


Figura 2-2: Presentación en bloques del módulo de lectura
Realizado por: QUICALIQUIN, Diego 2018

El bloque de adquisición de datos, está compuesto por: las etiquetas pasivas donde se encuentran grabadas los EPC, la antena y lectora UHF integrada en una sola cápsula, los cuales se encargan de la lectura de las etiquetas mediante pulsos radioeléctricos. El bloque de alimentación, está compuesto por una toma de corriente normal de 110V, debido a que el dispositivo ya incluye su propio transformador regulador de voltaje, no existe ningún inconveniente al conectar a estas tomas, el último de estos bloques es la interfaz de comunicación de tipo Wiegand 26 el cual envía la información del tag al controlador Arduino.

Wiegand 26.- Es un protocolo de comunicaciones desarrollada por HID, permite el traspaso de datos entre una lectora y una controladora. Posee líneas de datos llamadas Data0 y Data1, los cuales envían pulsos negativos, con un ancho mínimo de 50 microsegundos cada uno. El voltaje de referencia es de +5V. En el Grafico 1-2, se visualiza la transmisión de datos en formato binario 00101100.

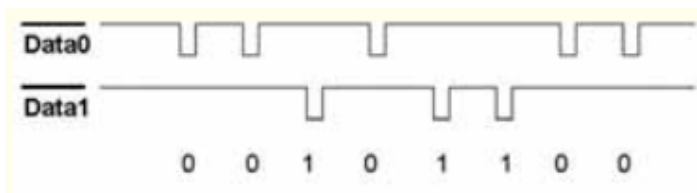


Gráfico 1-2: Codificación Wiegand
Fuente: (Cosentino, 2015 pág. 168)

Como el primero y ultimo bit son de control, se puede decir que la información son los pulsos 010110, es decir 16 en número hexadecimal o 22 en formato decimal.

El estándar Wiegand, está conformado por 26 bits, de los cuales, el primer bit es de paridad par de los próximos 12 bits, los siguientes 8 bits se los llama facility code, los siguientes de 16 bits

son de identificación y el último bit es de paridad impar de los últimos 12 bits excluyendo el primer bit como se muestra en el Gráfico 2-2.

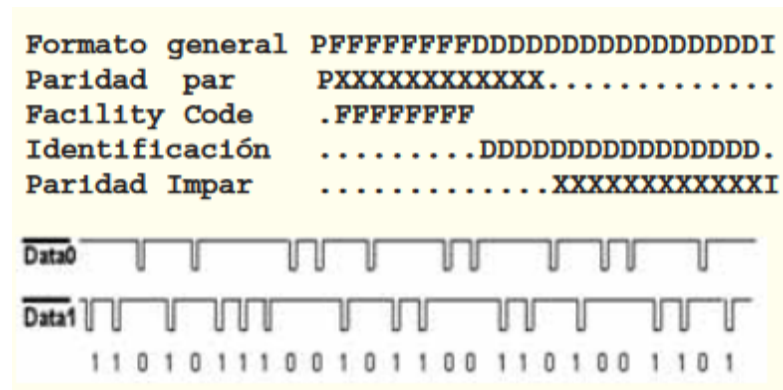


Gráfico 2-2: Formato de bits Wiegand 26
Fuente: (Cosentino, 2015)

Suponiendo que una tarjeta genera un código como el que se muestra en el Gráfico 2-2, entonces los bits de facility code serían 10101110, y los bits de identificación sería 0101100110100110, que representa los números decimales 174 y 22950 respectivamente (Cosentino, 2015 pág. 168).

2.2.2 Módulo de transmisión de datos

Como se muestra en el siguiente diagrama de bloques, Figura 3-2 correspondiente al módulo de transmisión de datos, cuyos bloques están compuestos como sigue:

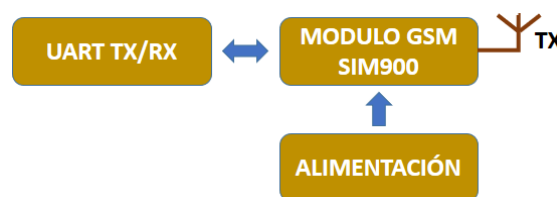


Figura 3-2: Presentación en bloques del módulo de transmisión de datos
Realizado por: QUICALIQUIN, Diego 2018

Una vez que los datos en formato Wiegand de 26 bits es capturado por la tarjeta de desarrollo Arduino, se procede con la decodificación de estos mediante un algoritmo programado, compilado y cargado en la tarjeta dando como resultado el ID del tag. Este ID es enviado al bloque GSM SIM900 por su puerto de comunicación UART. Al bloque del SIM900 se envían una serie de instrucciones mediante comandos AT para que el módulo envíe los datos vía GPRS hacia la

base datos. El bloque de alimentación provee energía al controlador Arduino y módulo GSM SIM900 respectivamente.

2.2.3 *Módulo de administración y monitorización*

Tal como se presenta en la Figura 4-2, este es el módulo final donde los datos son tratados y alojados en un servidor.

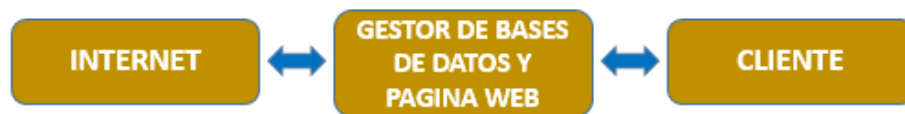


Figura 4-2: Presentación en bloques del módulo de administración
Realizado por: QUICAIQUIN, Diego 2018

Desde internet se reciben los datos enviados por el módulo de transmisión, el protocolo TCP/IP es utilizado para la comunicación bidireccional entre el módulo de transmisión y el módulo de administración debido a que no permite errores en la comunicación. El gestor de base de datos está conformado por MySQL y un intérprete de PHP para las páginas WEB.

2.3 Descripción de los dispositivos participantes

2.3.1 *Lector RFID*

Es el encargado de realizar la lectura de la etiqueta o *tag*, tiene una distancia de lectura que oscila entre los 0 a 6 metros dependiendo de los factores climáticos. En la Figura 2-2 se visualiza el lector y su conjunto de accesorios que permiten el funcionamiento del lector.



Figura 5-2: Componentes del lector de UHF
Realizado por: QUICALIQUIN, Diego 2018

Las características técnicas del dispositivo se presentan en la Tabla 1-2

Tabla 1-2: Características del lector UHF

Tipo de lector	UHF Lector integrado pasivo de mediano alcance
Dimensiones	235x235x57mm
Peso neto	2,500g
Temperatura de operación	-10 ~ +60°C
Interface	RS232, RS485, Wiegand 26
Indicador de lectura	Zumbido
Fuente de alimentación	+DC 9V
Frecuencia de operación	902-928MHz
Protocolos	ISO 18000-6B, ISO18000-6C
Modo de trabajo	FHSS
Potencia RF	0~30dBm
Antena	Antena interna de polarización circular de 8dbi
Rango de lectura	5m, depende de etiqueta y condiciones ambientales
Velocidad del vehículo	80Km/h

Realizado por: QUICALIQUIN, Diego 2018 Fuente: <https://goo.gl/e5m86Z>

2.3.2 Etiquetas autoadhesivas

Se caracterizan por ser de bajo costo y de fácil construcción, no contiene fuente alimentación autónoma y es utilizada para controles de acceso y peajes. En la Figura 6-2 se muestra la presentación física de las etiquetas, tienen en memoria una serie numerada única. Esta serie es capturada por el lector el cual envía la información por el puerto Wiegand 26.



Figura 6-2: Etiquetas pasivas EPC-18000 Gen2
Realizado por: QUICALIQUIN, Diego 2018

Las características técnicas de las etiquetas se presentan en la Tabla 2-2

Tabla 2-2: Especificaciones técnicas tag Adhesivo

MODELO	LYSB01G51C5IC-CMPTRACCS
Protocolo	ISO 18000 6C
Formato	Wiegand 26 Bits
Distancia de operación	0 a 6 metros
Color	Blanco
Material	Papel
Frecuencia de operación	902-928 MHz
Dimensiones	110 x 45 x 0,6 mm
Usa pilas	No
Programable	No

Realizado por: QUICALIQUIN, Diego 2018 Fuente: <https://goo.gl/MTWPhC>

2.3.3 Arduino UNO

Por sus características técnicas, su bajo costo y la disponibilidad inmediata en el mercado, es una de las tarjetas de desarrollo más utilizadas. En la implementación de este prototipo es el encargado de decodificar los pulsos Wiegand que recibe del conjunto lector y enviar órdenes a la tarjeta GSM SIM900. En la Figura 7-2 se muestra la tarjeta de desarrollo física.

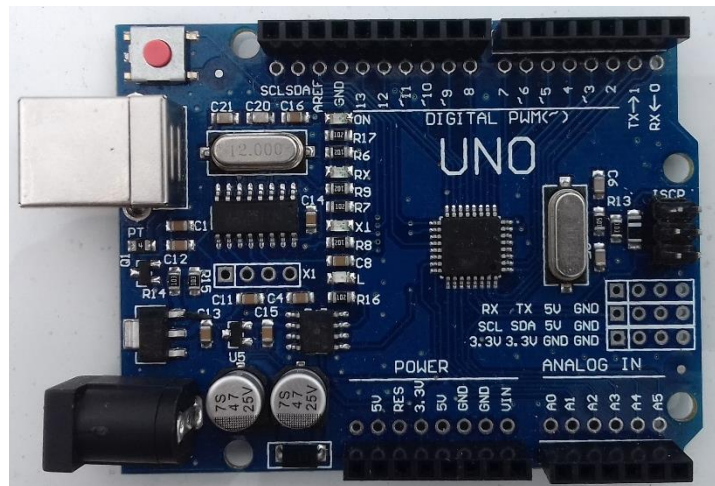


Figura 7-2: Presentación física tarjeta de desarrollo Arduino UNO
Realizado por: QUICALIQUIN, Diego 2018

Las especificaciones técnicas de esta tarjeta de desarrollo se muestran en la Tabla 3-2.

Tabla 3-2: Tabla de especificaciones técnicas Arduino UNO

Microcontrolador	Atmega328
Voltaje de operación	5V
Voltaje de entrada	7-12V con fuente externa
Número de pines I/O digitales	14 (6 pueden usarse como salida PWM)
Número de pines de entrada analógicas	6
Corriente continua en el pin de 3,3V	50mA
Corriente continua por pin I/O	40mA
Pines de SPI	10, 11, 12 y 13
Puertos seriales	1 puerto serial hardware
Memoria flash disponible	32KB (0,5 KB ocupados por el bootloader)
SRAM	2KB
EEPROM	1KB
Frecuencia de reloj	16 MHz

Realizado por: QUICALIQUIN, Diego 2018 Fuente: <http://arduino.cl/arduino-uno/>

2.3.4 Shield GSM SIM900

Es utilizado para transmitir datos a través de la infraestructura de la red celular. En el presente trabajo este dispositivo fue seleccionado debido a su bajo costo y la cobertura que presenta la red celular, además de ofrecer servicio de mensajería y llamadas, este también es capaz de conectarse a datos móviles lo que permite la transmisión de paquetes ip hacia internet y viceversa. En la Figura 8-2 se muestra físicamente el módulo.



Figura 8-2: Presentación física del shield GSM SIM900
Realizado por: QUICALIQUIN, Diego 2018

Las especificaciones técnicas para el módulo SIM900 se presentan en la Tabla 4-2.

Tabla 4-2: Datos técnicos shield GSM SIM900

Fabricante	Simcom
Banda	GSM de 850, 900, 1800 y 1900 MHz
Potencia de Transmisión	2W @ 850 / 900 MHz
Programación	Mediante Comandos AT
Consumo de corriente	15 mA en modo sleep
Fuente de alimentación	3,4 a 4,5V
Temperatura de operación	-40°C a 85°C
Soporta TCP/IP	Si
GPRS	Se controla por UART con comandos AT
Compatibilidad	Arduino, Raspberry Pi, PC
Peso	11,1g
Dimensiones	77 x 55 x 17mm (con pines de montaje)

Realizado por: QUICALIQUIN, Diego 2018 Fuente: <https://goo.gl/fvY9em>

Comandos AT. - El módulo de transmisión de datos se configura mediante comandos de atención AT, en la tabla se muestra los comandos utilizados para poder enganchar el módulo GSM SIM900 a la red GPRS.

Tabla 5-2: Comandos AT para configuración de la tarjeta SIM900

COMANDO AT	RESPUESTA	DESCRIPCIÓN
AT	OK	La respuesta del módulo es OK
AT+CGATT?	+CGATT:n	Verifica si GPRS está disponible, si n=1 significa que está enganchado a la red.
AT+CIPMUX=n	OK	n=0 para modo de conexión simple n=1 para conexión múltiple
AT+CSTT="apn", "username","pass"	OK	Ajuste de APN, usuario y contraseña
AT+CIICR	OK	Levanta la comunicación Wireless
AT+CIFSR	Dirección ip	Muestra la dirección ip local
AT+CIPSTART="TYPE", "dominio", "puerto"	Conectado	Establece la conexión con el servidor. El tipo puede ser TCP o UDP
AT+CIPSEND	>	Envía los datos cuando la conexión es establecida
AT+CIPCLOSE	OK	Cierra la conexión con el servidor
AT+CIPSHUT	SHUT OK	Restablece la sesión ip

Realizado por: QUICALIQUIN, Diego 2018 Fuente: <https://goo.gl/1TD2RU>

Como se puede ver en la Tabla 5-2, existen varias funciones para configurar la SIM900 por comandos AT y enviar datos a cualquier servidor.

2.4 Diagrama de conexión del módulo de lectura y transmisión

En la Figura 9-2 se puede ver el esquema que representa la conexión física de los módulos de lectura y transmisión de datos. El terminal virtual representa al lector integrado de UHF-RFID.

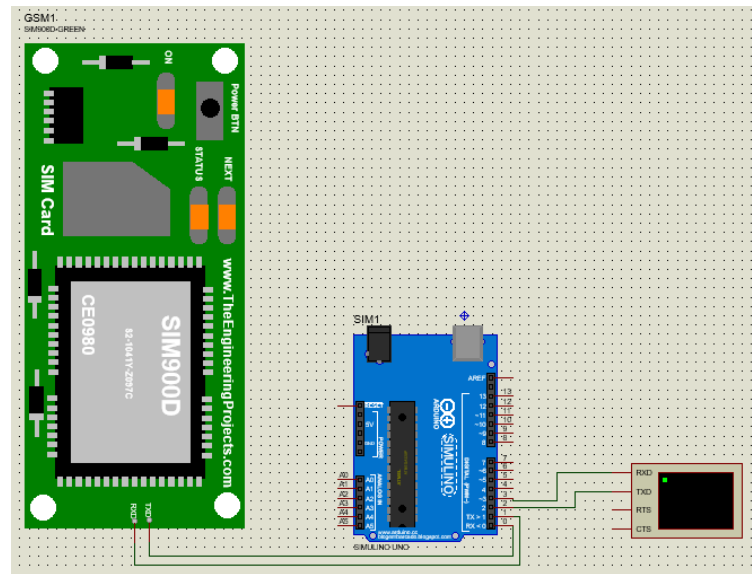


Figura 9-2: Esquema de conexión del prototipo
Realizado por: QUICALIQUIN, Diego 2018

Arduino solo tiene un puerto serie mediante hardware, se puede simular puerto serie por software, pero no es muy confiable por lo que la comunicación con el módulo GSM SIM900 la realiza por el puerto serie de los terminales 0 y 1 del Arduino. La conexión del Lector UHF está conectado a los terminales 2 y 3 del Arduino y es por donde recibe los pulsos digitales Wiegand de 26 bits.

2.4.1 Fuente de alimentación del prototipo

Para alimentar toda la circuitería del prototipo se usa adaptadores de voltaje AC-DC.



Figura 10-2: Adaptadores de voltaje del prototipo
Realizado por: QUICALIQUIN, Diego 2018

La fuente de izquierda de la Figura 10-2, provee una conversión de 110VAC a 12VDC con una corriente de 2,6 A para alimentar el lector UHF, mientras que, por el lado derecho, el regulador de voltaje universal puede proveer regulaciones entre 1,5 y 12VDC con una corriente de 500mA para alimentar las tarjetas Arduino y SIM900.

2.5 Requerimientos de *software* para el sistema

Se describe las necesidades de *software* que presenta el prototipo en conjunto con sus diagramas de flujo para cumplir con la interacción entre los módulos.

2.5.1 *Módulo de captura de datos*

- Debe tomar los datos capturados por el lector y procesarlo para obtener la identificación del tag de una determinada unidad de transporte.
- Tener un loop que lea constantemente los terminales digitales dos y tres del Arduino y almacenar los bits en un string binario siempre y cuando haya información que envía el lector UHF.
- Debe contener funciones que permitan la decodificación y envío de información hacia el módulo GSM SIM900. Esto se realiza mediante una función que ejecuta comandos AT para la interacción con el módulo de transmisión.
- Enviar comandos AT para controlar la tarjeta SIM900 del Módulo de transmisión y este a su vez envíe los datos hacia el servidor.

2.5.2 *Módulo de transmisión de datos*

- Debe ser capaz de enviar la información de censado de las unidades de transporte a través de la red de datos móviles hasta el servidor.

2.5.3 *Módulo de administración y monitorización*

- Alojar en su base de datos la información que envía el sistema de censado inalámbrico en cualquier momento.
- Tener un servidor WEB para la visualización de las tablas de registro usando navegadores de internet.

2.6 Descripción del *software* de desarrollo

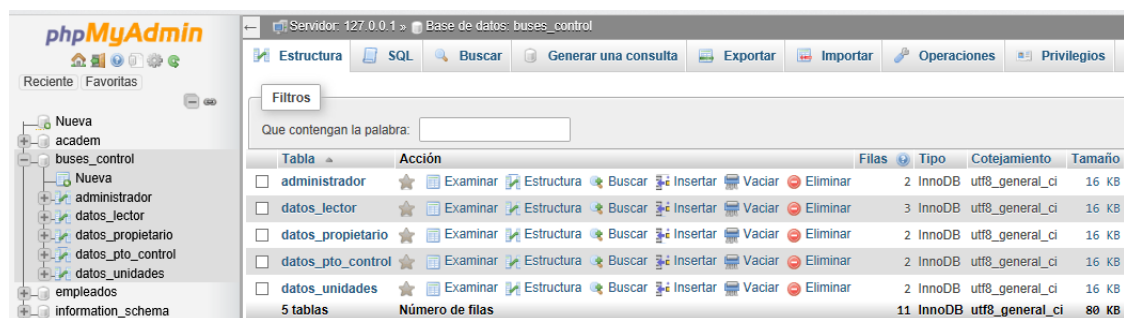
El código programado que maneja el módulo de captura de datos y el módulo de administración se realiza con programación estructurado, mediante funciones. Son tres las herramientas de programación utilizadas para el desarrollo del *software* del prototipo. Los detalles se presentan a continuación:

2.6.1 Herramienta de *software* XAMPP

Es una herramienta muy útil para desarrollar y probar páginas web, esto sin la necesidad de acceso a internet. Contiene todo lo necesario para poder desarrollar páginas en html o php debido a que cuenta con un paquete básico de herramientas tales como: servidor apache, base de datos de código libre MySQL, lenguaje de programación PHP y Perl, un servidor FTP.

Para gestionar la base de datos, esta cuenta también con PhpMyAdmin que no es más que un gestor con interfaz gráfica mediante el cual se puede crear, borrar, modificar bases de datos evitando así el uso de códigos para la ejecución de órdenes a las tablas.

Como se muestra en la Figura 11-2, la base de datos buses_control, contiene cinco tablas correspondientes a: administrador, datos de lector, datos de propietario, datos de punto de control y datos de unidades respectivamente, los mismos que son llenados, borrados o modificados mediante formularios web para facilitar el trabajo de administración.



The screenshot shows the phpMyAdmin interface for a database named 'buses_control'. The left sidebar shows the database structure with a tree view. The main area displays a table of tables with columns: Tabla, Acción, Filas, Tipo, Cotejamiento, and Tamaño. The tables listed are: administrador (2 rows, InnoDB, utf8_general_ci, 16 KB), datos_lector (3 rows, InnoDB, utf8_general_ci, 16 KB), datos_propietario (2 rows, InnoDB, utf8_general_ci, 16 KB), datos_pto_control (2 rows, InnoDB, utf8_general_ci, 16 KB), and datos_unidades (2 rows, InnoDB, utf8_general_ci, 16 KB). A summary row shows 5 tables and 11 total rows.

Tabla	Acción	Filas	Tipo	Cotejamiento	Tamaño
administrador	Examinar, Estructura, Buscar, Insertar, Vaciar, Eliminar	2	InnoDB	utf8_general_ci	16 KB
datos_lector	Examinar, Estructura, Buscar, Insertar, Vaciar, Eliminar	3	InnoDB	utf8_general_ci	16 KB
datos_propietario	Examinar, Estructura, Buscar, Insertar, Vaciar, Eliminar	2	InnoDB	utf8_general_ci	16 KB
datos_pto_control	Examinar, Estructura, Buscar, Insertar, Vaciar, Eliminar	2	InnoDB	utf8_general_ci	16 KB
datos_unidades	Examinar, Estructura, Buscar, Insertar, Vaciar, Eliminar	2	InnoDB	utf8_general_ci	16 KB
5 tablas	Número de filas	11	InnoDB	utf8_general_ci	80 KB

Figura 11-2: Gestión de base de datos con phpMyAdmin

Realizado por: QUICALIQUIN, Diego 2018

La organización de las tablas en la db es de tal forma que se pueda identificar fácilmente los contenidos que serán escritas o consultadas por la aplicación web. Seguidamente en la Figura 12-2 se muestra la estructura entidad relación de la base de datos utilizado para el prototipo. Estas tablas ayudan al manejo de la información, evitando redundancias.

El funcionamiento de las tablas está basado en la relación principal de las tablas administrador y datos de lector mediante el id de lector. Está conformado por dos tablas principales y tres secundarias.

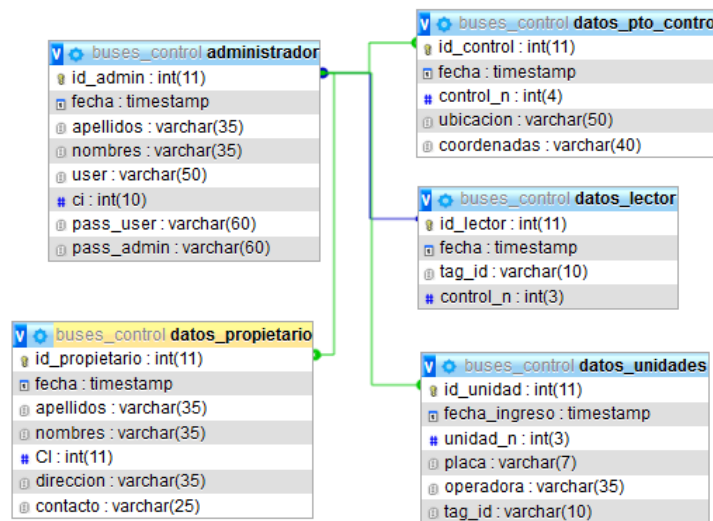


Figura 12-2: Diagrama de entidad-relación del sistema
Realizado por: QUICALIQUIN, Diego 2018

Las tablas se conforman de la siguiente manera: Administrador, lleva la información de usuarios administradores quienes pueden ingresar a la web mediante validación de credenciales; datos_propietario, tiene la información del accionista de la compañía o cooperativa de transporte; datos_pto_control, ésta tabla lleva información de la ubicación, coordenadas y el número de punto de control; datos_lector, ésta es la tabla más importante, en ésta se guarda los datos de censado que envía el lector tales como el tag_id y el número de punto de control; datos_unidades, en ésta tabla se registra información de las unidades de transporte tales como el número de unidad, placa o número de matrícula de la unidad, la operadora a la que pertenece y el id del tag asignado.

NOTA: En el presente proyecto no se incluye la tabla de usuarios debido a que los mismos no pueden acceder directamente a la página web para ver sus reportes diarios, esta información la tiene el administrador o encargado de la monitorización del recorrido de las unidades de transporte.

2.6.2 Herramienta de software Sublime text 3

Es un software mediante el cual se puede editar texto de códigos fuente para páginas web tanto en lenguaje HTML como en php que son los que se ha programado para este proyecto, sin embargo, existen otros lenguajes como java, perl, Python, etc., que también se pueden programar utilizando este editor de códigos. Este software, a pesar de que requiere una licencia para su uso,

en su versión de prueba también ofrece las mismas funciones, no tiene fecha de caducidad de la versión de prueba por lo que se puede hacer uso continuo de la misma sin restricciones (MANUAIS, 2015).



```
1 <html lang="es">
2 <head>
3   <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1">
4   <link href="css/bootstrap.min.css" rel="stylesheet">
5   <link href="css/bootstrap-theme.css" rel="stylesheet">
6   <script src="js/jquery-3.1.1.min.js"></script>
7   <script src="js/bootstrap.min.js"></script>
8 </head>
9
10 <body>
11   <div class="container">
12     <div class="row">
13       <h3 style="text-align:center">NUEVO REGISTRO DE ACCIONISTA</h3>
14     </div>
15
16     <form class="form-horizontal" method="POST" action="guardar_ac.php"
17       autocomplete="on">
18       <div class="form-group">
19         <label for="apellido" class="col-sm-2 control-label">Apellidos</
20         label>
21         <div class="col-sm-10">
22           <input type="text" class="form-control" id="apellido" name="
23             apellido" placeholder="Ingrese los apellidos" required>
24         </div>
25       </div>
26     </form>
27   </div>
28 </body>
29 </html>
```

Figura 13-2: Parte del código fuente – ingreso de nuevo accionista.
Realizado por: QUICALIQUIN, Diego 2018

En la Figura 13-2 se presenta un extracto del código escrito en php y html que realiza el ingreso de un nuevo accionista a la base de datos bus_control. Sublime text ofrece un entorno muy intuitivo para programar páginas web.

Para alojar sitios web se necesita de un servidor o a su vez un hosting web en la nube que permita el fácil acceso desde cualquier parte del mundo al sitio. Para esto se necesita una ip fija o un nombre de dominio que no es más que la dirección ip traducida a nombre de dominio o URL, ej. www.google.com.

En el presente trabajo de titulación se ha utilizado un hosting web gratuito por razones de prueba del prototipo.

El enlace para acceder al sitio web es el siguiente: <https://buscontrol.000webhostapp.com/>

Los archivos se subieron mediante la interfaz web que ofrece el hosting como se ve en la Figura 14-2 izquierda, a través de la misma interfaz, se pueden realizar modificaciones a los ficheros que lo necesiten como se ve en la Figura 14-2 derecha, pero también se puede subir ficheros utilizando la aplicación FileZilla como cliente, para esto se debe conocer el nombre y contraseña del servidor y tener instalada la aplicación en el ordenador.

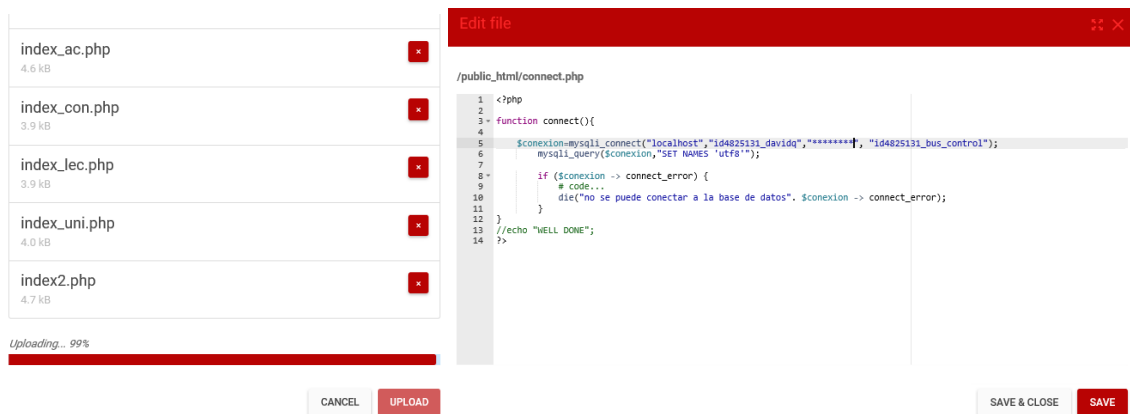


Figura 14-2: Carga de archivos, (izquierda); Modificar ficheros, (derecha)
Realizado por: QUICALIQUIN, Diego 2018

Para poder entender cómo trabaja el sitio web, en la Figura 15-2 se presenta el respectivo diagrama de flujo del sistema, donde inicialmente existe una página de login para la o las personas encargadas de verificar el cumplimiento de los intervalos de tiempo de recorrido de las unidades. Una vez aceptadas las credenciales de login, ingresa a una página de opciones de administración donde están disponibles las siguientes opciones:

- Página de administración de accionista, en el cual se puede ingresar, actualizar o eliminar de la base de datos bus_control.
- La segunda opción es la de administrar unidades, al igual que la opción anterior se puede agregar, modificar o eliminar a estos de la base de datos.
- Datos de control, en ésta tabla se almacena información de las ubicaciones de los lectores uhf para el control de las unidades.
- La opción Datos de censado, muestra la información que obtiene del dispositivo remoto, el cual ofrece la función de generar el reporte en formato PDF para que éste pueda ser impreso.

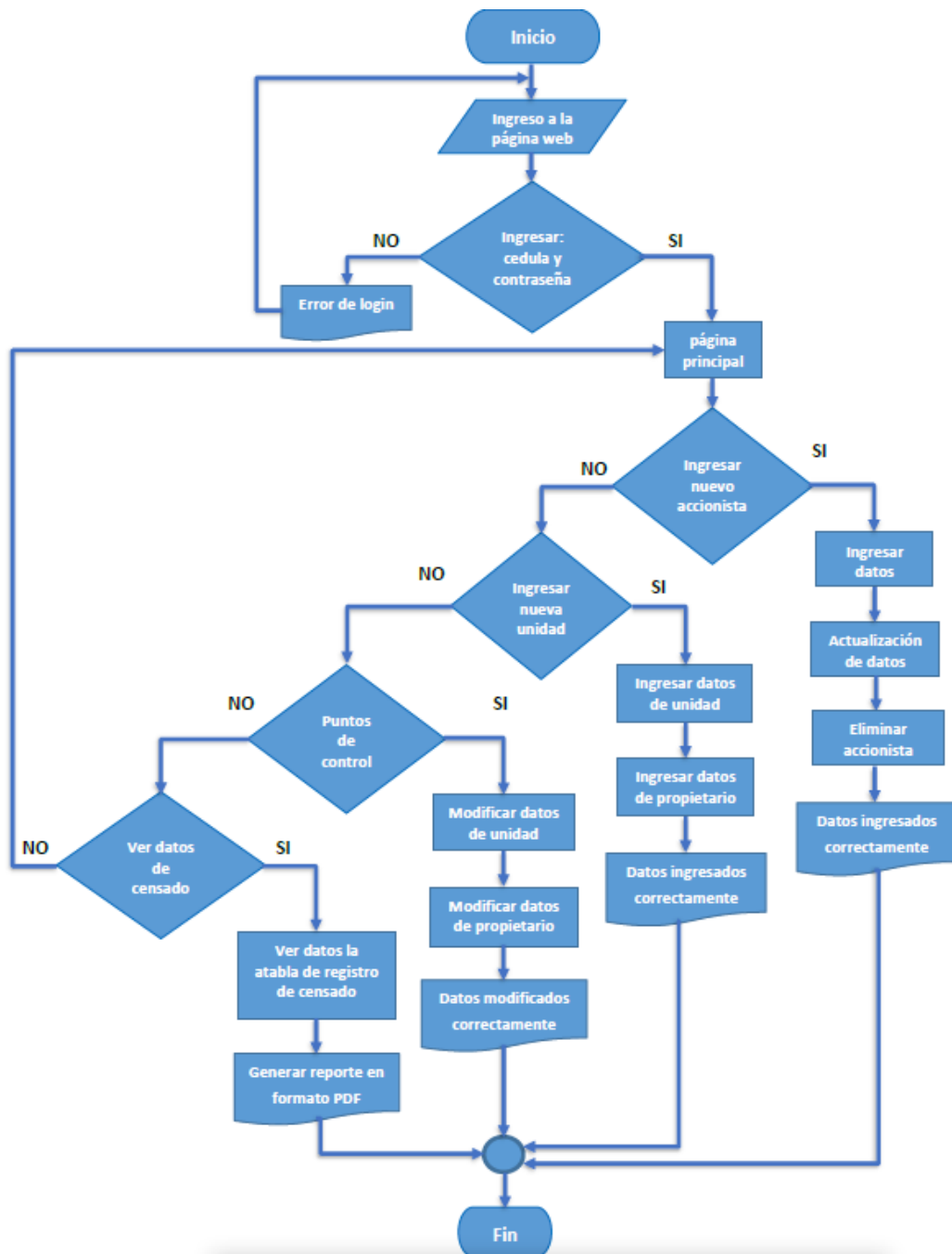


Figura 15-2: Diagrama de flujo del correspondiente a la página web
 Realizado por: QUICALIQUIN, Diego 2018.

En la Figura 16-2 se presenta la página de inicio de sesión del administrador. El mismo debe contar con las credenciales para ingresar al sistema.

Figura 16-2: Página de inicio para ingresar al sistema de administración
Realizado por: QUICALIQUIN, Diego 2018

En la Figura 17-2 se observa una captura del proceso de maquetado de la pantalla principal del sistema con sus respectivas opciones

Figura 17-2: Pantalla principal del sistema de control
Realizado por: QUICALIQUIN, Diego 2018

2.6.3 *Herramienta de software Arduino IDE*

Para la decodificación de los datos que se obtiene desde el lector UHF, se ha programado un código especial que permite la decodificación de datos Wiegand de 26 bits. Este código convierte los pulsos digitales entrantes, utiliza el algoritmo programado y lo decodifica para obtener el código único del tag. En la Figura 18-2 se muestra parte del código fuente que se encarga de la decodificación del tag.

Arduino, además de incluir su propio editor de código, también trae un monitor de puerto serial por el cual se puede visualizar la actividad de los sensores o accesorios conectados a la placa de

desarrollo con el cual se facilita las labores de programación y ajustes que se deseen para ejecutar un determinado proyecto.

Datos_Wiegand26_Tesis \$	Datos_Wiegand26_Tesis \$
<pre>#define MAX_BITS 100 //Numero maximo de bits #define WIEGAND_WAIT_TIME 3000 //Tiempo de espera del siguiente pulso wiegand unsigned char databits [MAX_BITS]; //almacena todo los bits de datos unsigned char bitCount; //numero de bits capturados actualmente unsigned char flagDone; //se pone en bajo cuando los bits son captu: unsigned int wiegand_counter; //countdown hasta que asumimos que hay mas unsigned long facilityCode=0; //decodifica facility code unsigned long cardCode=0; //decodifica el card code //INTERRUPCIONES PARA DATA0: GREEN WIRE void ISR_INT0() { bitCount++; flagDone = 0; wiegand_counter = WIEGAND_WAIT_TIME; } //INTERRUPCIONES PARA DATA1: WHITE WIRE void ISR_INT1() { databits[bitCount] = 1; bitCount++; flagDone = 0; wiegand_counter = WIEGAND_WAIT_TIME; }</pre>	<pre>void setup() { // put your setup code here, to run once: pinMode(13,OUTPUT); //Conectar un led pinMode(2,INPUT); //data0 green wire pinMode(3,INPUT); //data1 white wire Serial.begin(9600); //Serial.println("Lectores RFID Wiegand 26"); attachInterrupt(0, ISR_INT0, FALLING); attachInterrupt(1, ISR_INT1, FALLING); wiegand_counter = WIEGAND_WAIT_TIME; } void loop(){ // put your main code here, to run repeatedly: //solo se ejecuta cuando esta seguro de que no hay pulsos de datos entra if(!flagDone) { if(--wiegand_counter == 0) flagDone = 1; } //ejecuta si tenemos bits y el contador wiegand no recibe mas datos if(bitCount > 0 && flagDone) { unsigned char i; //Serial.print("Read ");</pre>

Figura 18-2: Parte del código que decodifica el tag id
Realizado por: QUICALIQUIN, Diego 2018

En la Figura 18-2 se muestra el diagrama de flujo del sistema. Una vez que el programa se inicia, carga las variables en memoria y seguido, pregunta si existe algún dato o pulso entrante, si la respuesta es no, entonces se mantiene en un bucle infinito hasta que exista datos entrantes. Si la respuesta es sí, almacena el tren de pulsos en un String, una vez que recibe todos los datos, lo decodifica utilizando el algoritmo programado. Si la decodificación fue correcta, envía los datos por el puerto serial y finaliza el programa, caso contrario vuelve a decodificar.

La función enviar datos, realiza la tarea de envío de información de censado al servidor de base de datos para la visualización en la página web. Para eso se envía una serie de instrucciones por comandos AT al módulo de transmisión para luego de registrarse en la red de datos móviles, este, envíe la información con dirección al servidor buscontrol.000webhostapp.com/.

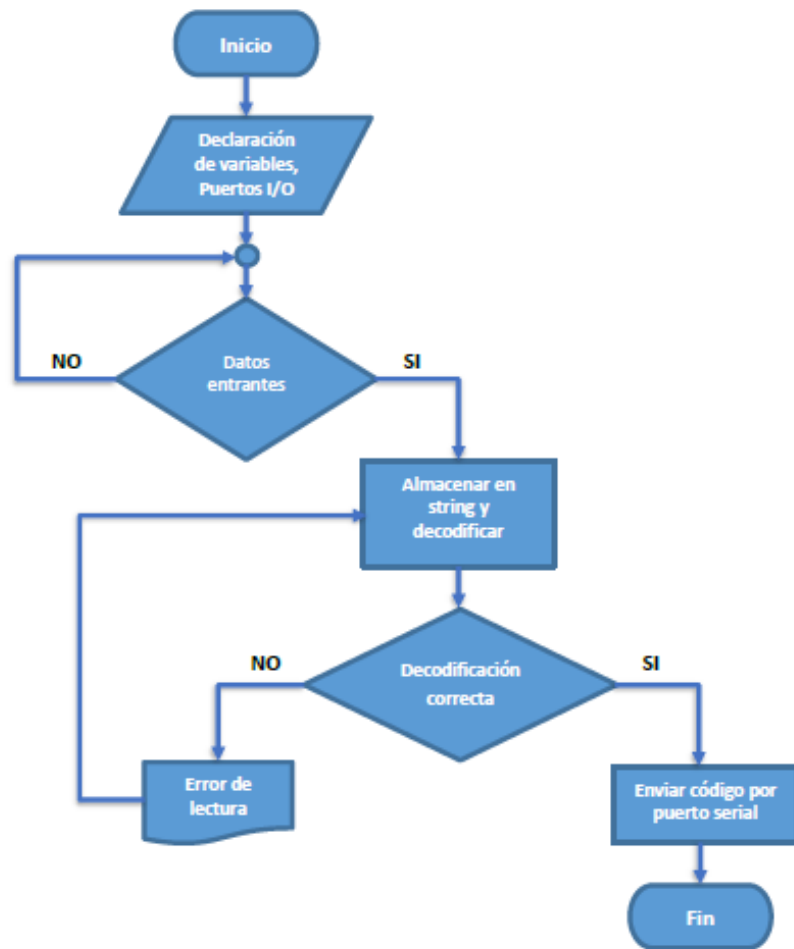


Figura 19-2: Diagrama de flujo, funcionamiento del Arduino
Realizado por: QUICALIQUIN, Diego 2018

CAPÍTULO III

3. ANÁLISIS DE RESULTADOS

En el presente capítulo se analizan los resultados de las pruebas de funcionamiento de los módulos que conforman el sistema de censado automático, se verifican errores de comunicación entre los dispositivos, se verifica el funcionamiento de la página web, se realiza un análisis de costos del prototipo y finalmente se incluyen las conclusiones y recomendaciones del trabajo realizado.

3.1 Pruebas de *hardware* del prototipo implementado

Las pruebas se realizaron de acuerdo a las especificaciones del fabricante del lector UHF. En la Figura 1-3 se muestra el módulo de transmisión del prototipo implementado físicamente, para fines de prueba se observa el módulo de captura y transmisión de datos. Se realizaron 4 pruebas de funcionamiento, los mismos que se detallan a continuación.



Figura 1-3: Módulo de transmisión del prototipo
Realizado por: QUICALIQUIN, Diego 2018

3.1.1 Prueba de puesta a punto del lector y decodificador del prototipo.

Esta prueba consistió en verificar los errores de lectura que presenta el sistema con diferentes *tags* para mejorar el algoritmo. Para eso se ubicó los tag a distancias entre 1 y 6 metros con respecto al lector. Esta prueba se realizó en ambiente cerrado y supervisando el puerto serie del prototipo.

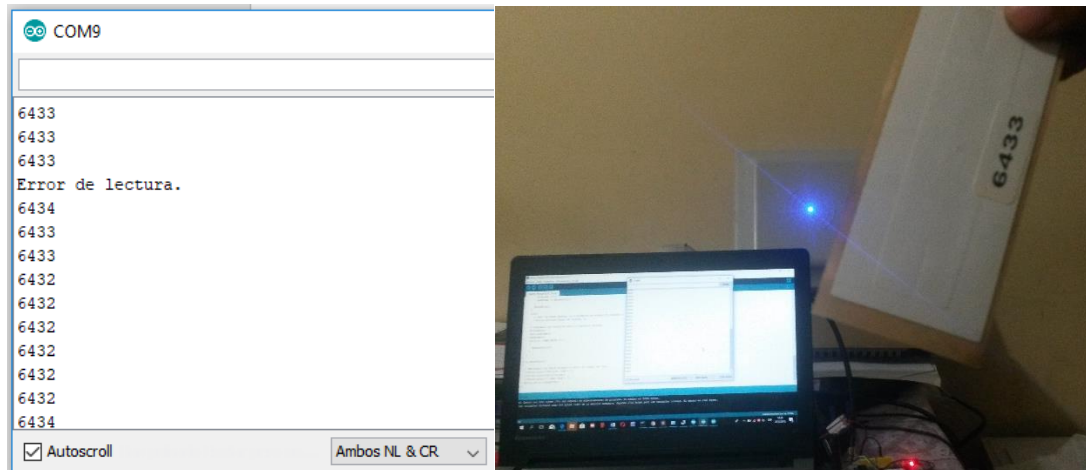


Figura 2-3: Pruebas de lectura del sistema
Realizado por: QUICALIQUIN, Diego 2018

En la Figura 2-3 se observa el error de lectura que presenta el sistema con el tag ubicado a 1 metro de distancia, por lo que se procedió a mejorar el algoritmo del prototipo, incrementando redundancia de lectura al identificar un error. Luego de las correcciones, las pruebas demuestran que a distancia de 0 a 6 metros el prototipo realiza lecturas sin errores, en la Figura 3-3 se muestra un segmento de las pruebas realizadas, al ser supervisado el puerto serie del prototipo.

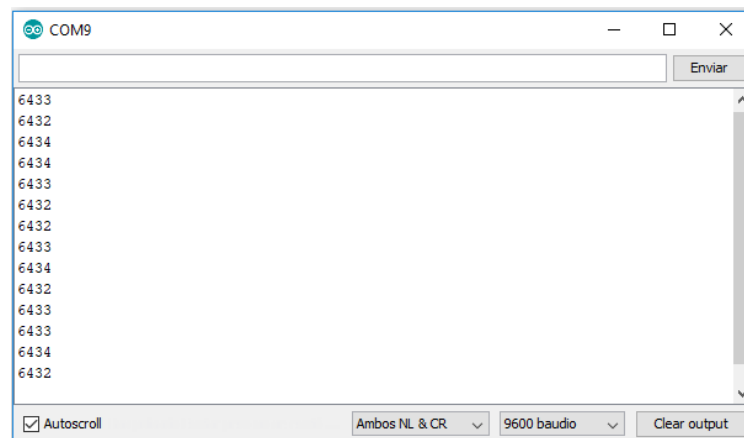


Figura 3-3: Lectura ideal del sistema, sin errores
Realizado por: QUICALIQUIN, Diego 2018

3.1.2 Pruebas de distancia de lectura del prototipo con el vehículo detenido

Al no disponer de autorización para incorporar el dispositivo en una unidad de transporte público, se decidió trabajar con un vehículo particular, considerando que esto no afecta al desempeño y evaluación del dispositivo, debido a que las pruebas se rigen en el reconocimiento del vehículo a través del *tag* id y su velocidad. Las pruebas del prototipo se realizaron durante 2 días en jornadas laborales del transporte urbano que es de 6:00 am hasta las 20:00.

Para comprobar los rangos de lectura, se realizó pruebas del prototipo con el vehículo detenido a distancias comprendidas entre 2 a 6 metros, se tomó en cuenta los rangos de lectura recomendados por el fabricante del lector UHF. Se ubicó un *tag* en el parabrisas frontal del automotor como se muestra en la Figura 4-3.



Figura 4-3: Pruebas de lectura con el vehículo estático
Realizado por: QUICALIQUIN, Diego 2018

En Tabla 1-3 se observa los resultados de las lecturas realizadas a distancias de 2 a 6 metros. Se obtuvo una muestra de 100 lecturas con intervalos de 2 minutos, donde el 100%, 70% y 50% es el porcentaje de lecturas correctas.

Tabla 1-3: Distancias de lectura del RFID

Distancia Lectura					
	2 m	3 m	4m	5m	6m
100	100%	100%	100%	70%	50%

Realizado por: QUICALIQUIN, Diego 2018

Según la Tabla 1-3, se observa que en el rango de 2 a 4 metros el sistema no presenta errores de lectura, mientras que a los 5 y 6 metros de distancia, el porcentaje de error de lectura es alto con valores porcentuales de 30% y 50% respectivamente. Considerando que la distancia entre el bus y el dispositivo de censado es menor a 2.60 metros en cada estación de control, se concluye que

el sistema realiza el censo del 100% de las unidades de transporte, por lo que para el prototipo implementado el resultado es aceptable y cumple con los requerimientos del sistema.

3.1.3 *Pruebas de distancia de lectura del prototipo con vehículo en movimiento*

Esta prueba se realizó para verificar la estabilidad del sistema cuando el vehículo pasa sin detenerse por la estación de control. Se analizó las variables distancia y velocidad en un rango de 2 a 6 metros de distancia entre el lector-*tag* y de 20 a 60 km/h de velocidad. Se realizaron 250 lecturas en diferentes periodos de tiempo para cada velocidad, como se muestra en la Tabla 2-3.

Tabla 2-3: Resultados de pruebas de censo distancia y velocidad

Total Lecturas	Distancia aproximada	20 Km/h	30 Km/h	40 Km/h	60 Km/h
250	2m	100%	100%	100%	70%
	3m	100%	100%	100%	60%
	4m	100%	100%	100%	60%
	5m	98%	98%	98%	40%
	6m	80%	80%	79%	10%
EFFECTIVIDAD DEL SISTEMA		95,6%	95,6%	95,4%	48%
ERROR DEL SISTEMA		4,4%	4,4%	4,6%	52%

Realizado por: QUICALIQUIN, Diego 2018

En la Tabla 2-3 se observa los resultados de las pruebas, se aprecia que en el rango de lectura de 2 a 4 metros con velocidades de 20 a 40 Km/h, el prototipo no presenta error de lectura. Existe un error del 52% cuando el vehículo circula a 60 Km/h con distancias de lectura entre 2 y 6 metros, lo que indica de cada 250 lecturas, 130 no serán registradas. Considerando que la velocidad máxima de circulación para los buses de transporte urbano es de 40 Km/h (ANT, 2012), y la distancia promedio del lector con respecto a la unidad de transporte es de 2,60 metros aproximados, se concluye que el prototipo implementado no presenta fallas de lectura y se acopla a los requerimiento de diseño.

Los datos presentados en la Tabla 2-3 se pueden corroborar con los datos de la Figura 5-3 donde se muestra los intervalos de tiempo con el que pasa el vehículo por el punto de control. En el ID número 110 y 111 se muestra el intervalo de tiempo en que el lector no envía datos, los mismos que se toma como error de lectura. Esta muestra corresponde a pruebas realizadas a velocidad de 60 Km/h y 2 metros de distancia aproximada.











DATOS DE CENSADO AUTOMÁTICO					
Registro Manual		Generar PDF			
Mostrar:	10	registros por pagina	Buscar:		
ID	Fecha/Hora	Etiqueta	ID control		
105	2018-03-17 15:56:54	6433	2		
106	2018-03-17 15:59:05	6433	2		
107	2018-03-17 16:01:22	6433	2		
108	2018-03-17 16:02:53	6433	2		
109	2018-03-17 16:04:59	6433	2		
110	2018-03-17 16:07:02	6433	2		
111	2018-03-17 16:11:23	6433	2		
112	2018-03-17 16:13:26	6433	2		
113	2018-03-17 16:15:29	6433	2		
114	2018-03-17 16:19:40	6433	2		
Mostrando pagina 11 de 12			Anterior	1	...
				8	9
				10	11
				12	Siguiente

Figura 5-3: Resultado de registro automático en el servidor
Realizado por: QUICALIQUIN, Diego 2018

3.1.4 Tiempo de comunicación entre el prototipo y la base de datos

Se realizó esta prueba para verificar el tiempo que tarda el sistema en enviar la información de censado hacia la web. Las mediciones para la comunicación con el hosting se realizaron tomado en cuenta las horas pico en la ciudad de Riobamba que son a las 07:00h, a las 13:00h y 17:00h, al servidor www.000webhost.com, en milisegundos mediante el uso del comando PING en el PC conectado a datos móviles. Se obtiene como resultados los datos presentados en la Tabla 4-3. Se tomaron los promedios de respuesta con paquetes ICMP de 32 bytes.

Tabla 3-3: Tiempo de respuesta del servidor web

Nº	07:00 am	13:00 am	17:00 pm
1	39 ms	34 ms	40 ms
2	37 ms	38 ms	66 ms
3	41 ms	48 ms	69 ms
4	53 ms	60 ms	38 ms
5	45 ms	39 ms	23 ms
6	54 ms	45 ms	63 ms
7	65 ms	47 ms	43 ms
8	32 ms	80 ms	95 ms
9	25 ms	76 ms	51 ms
10	28 ms	34 ms	31 ms
Promedio	41,90 ms	50,10 ms	51,9 ms

La tasa de transferencia de GPRS va desde 52 Kbps a 115Kbps por lo que, para el análisis teórico, se toma las dos tasas de transferencia y aplicando la fórmula de tiempo de transmisión de trama se obtiene los siguientes resultados:

$$\tau = \frac{Lt}{C}$$

Ecuación (1)

Donde:

τ = Tiempo de transmisión de la trama hacia el servidor.

Lt = Longitud de la trama.

C = Tasa de transmisión del canal móvil.

Para tasas de transmisión de trama de 56Kbps se obtiene un tiempo de respuesta de 3,32ms con un encabezado IP de 20 bytes y 26 bits de información.

Tiempo de Transmisión de trama a 115Kbps = 1,62ms

Tomando en cuenta que una trama completa es de 1500 Bytes y el tiempo de respuesta máximo de 250 ms, se determina que la comunicación entre el módulo SIM900 y el servidor hosting es de 41,90 ms para el mejor caso en la mañana y 51,9 ms para el peor caso en la tarde. Se concluye que los tiempos calculados son similares a los obtenidos en forma práctica y mostrados en la Tabla 4-3.

3.2 Pruebas de funcionamiento de la página web del prototipo implementado

3.2.1 *Página de inicio de sesión*

La comunicación entre los dispositivos implementados en el prototipo se realiza mediante programas compilados y cargados en las respectivas memorias de éstos. En cuanto al funcionamiento de las páginas web se puede concluir que el funcionamiento de éstas es satisfactorio tomando en cuenta el tiempo de respuesta del servidor web donde se encuentran alojadas éstas, sin arrojar fallas como resultados de una mala conectividad a internet o errores de programación durante las pruebas realizadas.

En la Figura 6-3 se puede visualizar la interfaz gráfica de la pantalla de inicio de sesión del administrador del sistema.

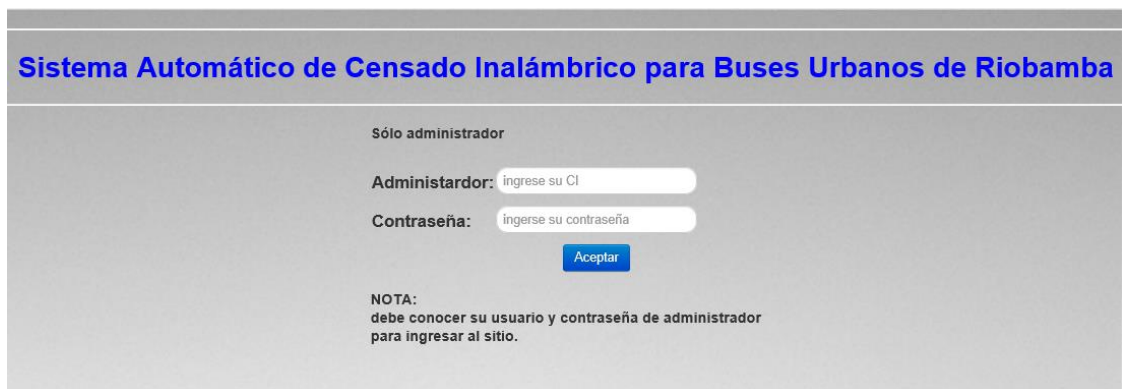


Figura 6-3: Página de inicio de sesión al sistema

Realizado por: QUICALIQUIN, Diego 2018

Para ingresar al sistema se debe contar con las credenciales respectivas, éstas se encuentran registradas en la base de datos, por lo que el usuario solo a de proporcionar su número de cédula y la contraseña que se le asigne.

El sitio web está disponible en internet por lo que cualquier dispositivo conectado a la red y que tenga integrado un navegador web puede acceder a este. En la Figura 7-3 se muestra una captura de la página de inicio de sesión vista desde un teléfono móvil. Éste cuenta con librerías bootstrap las cuales permiten que las páginas se adapten a distintas pantallas y resoluciones de las mismas.



Figura 7-3: Vista desde pantalla móvil de la página de inicio

Realizado por: QUICALIQUIN, Diego 2018

3.2.2 *Página principal con múltiples opciones*

Una vez que se ha validado la cuenta de administrador, ésta pasa a la siguiente pantalla que es la página principal la cual contiene las opciones que se puede seleccionar como se muestra en la Figura 8-3.



Figura 8-3: Lista de opciones de la página principal
Realizado por: QUICALIQUIN, Diego 2018

3.2.3 *Opción: Administración de accionistas*

Al ingresar en la opción administrar accionistas el resultado que se obtiene es una tabla con los accionistas de la cooperativa o compañía de transportes como se ve en la Figura 9-3.

CONTROL DE BUSES URBANOS

IR A INICIO

Bienvenido Diego David

Cerrar Sesión

Pagina de Administración de Accionistas

Nuevo Accionista

Mostrar10registros por pagina

Buscar:

ID	Apellidos	Nombres	CI	Telefono	id_vehiculo	Estado
5	Amaguaya Amaguaya	Maria del Carmen	687986545	978976564	HTY4501	activo
23	Arevalo Arevalo	Katherine Daniela	236521480	985236580	HEW2366	activo
16	Arguello Quinapanta	Rasa Elvira	609653254	96396523	HHY1220	pasivo
17	Bustamante Fierro	Laura Estefania	652326532	99696325	HGS6550	activo
26	Carrillo Llumitaxi	Edison Patricio	2147483647	967564532	HHG2301	activo
1	Caseres Almeida	Angel Fabricio	609876765	978657654	HCL8890	pendiente
25	Fogacho Quicaliquin	Edison Franklyn	234562312	956764531	PIN0609	activo
14	Humanante Delgado	Jefferson	632656852	963528636	HCF9970	activo
12	Narvaez	Josselin	1756389653	986536532	Tcs0897	activo
28	Ocampo Ocampo	Jaleny Magaly	512323420	979678731	HPS1932	activo

Mostrando pagina 1 de 3

Anterior

123

Siguiente

Figura 9-3: Base de datos de accionistas
Realizado por: QUICALIQUIN, Diego 2018

Los nombres alojados en la base de datos fueron ingresados aleatoriamente para pruebas y no hace referencia a ningún homónimo o persona en particular.

Registro de accionista. - En esta página se puede administrar la base de datos de los accionistas. Aquí permite agregar, modificar o eliminar información de la base de datos. En la Figuras 10-3, 11-3, 12-3 se aprecian las distintas opciones.



NUEVO REGISTRO DE ACCIONISTA

Apellidos: Carrillo Llunitaxi

Nombres: Edison Patricio

Cédula: 2147483647

Dirección: Av. Realidad bolivarene / Guaranda

Email: edicarrillo@outlook.com

Teléfono: 0967564532

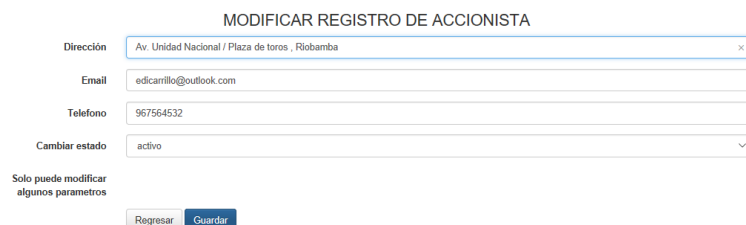
Id del vehículo: HHG2301

Estado del accionista: Activo

Regresar Guardar

Figura 10-3: Formulario de registro de accionistas
Realizado por: QUICALIQUIN, Diego 2018

El Formulario modificar registro de accionista. - la Figura 8-3 muestra los campos que permite el ingreso de información de un nuevo accionista a la base de datos. Se debe ingresar información tales como: Nombres, Cédula de identidad, dirección, correo electrónico, número de teléfono, placas del vehículo y el estado de la unidad, teniéndose para este último 2 opciones, activo cuando la unidad está en servicio y pasivo cuando la unidad no está prestando servicio sea por daño o por cualquier otro evento.



MODIFICAR REGISTRO DE ACCIONISTA

Dirección: Av. Unidad Nacional / Plaza de toros , Riobamba

Email: edicarrillo@outlook.com

Teléfono: 967564532

Cambiar estado: activo

Solo puede modificar algunos parametros

Regresar Guardar

Figura 11-3: Formulario de actualización de datos
Realizado por: QUICALIQUIN, Diego 2018

El formulario de actualización de datos, está programado para aceptar solo algunos parámetros de modificación tales como Dirección, Email, Teléfono y el Estado del socio, tal como se muestra en la Figura 11-3. Si se desea otras modificaciones es necesario eliminar y realizar un nuevo ingreso del socio.

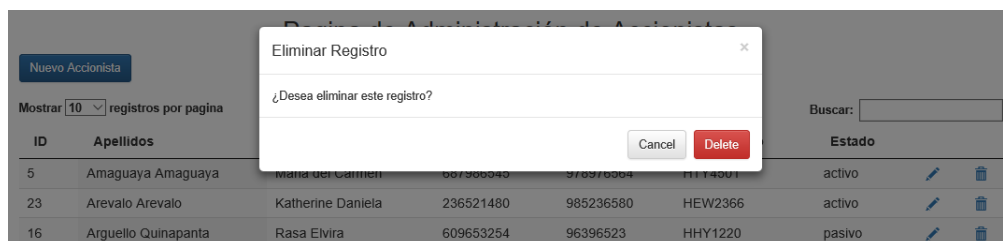


Figura 12-3: Script de eliminación de registro

Realizado por: QUICALIQUIN, Diego 2018

En la figura 12-3 se muestra un script que pide la confirmación de eliminación del registro de la base de datos.

3.2.4 Opción: Administración de unidades

De la misma forma se puede realizar para la opción administrar unidades de la página principal.

En la Figura 13-3 se observa la página con el formulario para el registro de unidades de transporte.

NUEVO REGISTRO DE UNIDAD DE TRANSPORTE

Unidad transporte	<input type="text" value="101"/>
Matricula	<input type="text" value="HAA1203"/>
Tag ID	<input type="text" value="6432"/>
CI Accionista	<input type="text" value="1725234535"/>
Operadora	<input type="text" value="El Sagrario"/>
Estado unidad	<input type="text" value="activo"/>

Figura 13-3: Formulario para el registro de unidades

Realizado por: QUICALIQUIN, Diego 2018

En esos campos se puede registrar el número de unidad, la placa o el número de matrícula, el ID del tag, el ID del propietario o accionista, la operadora a la que pertenece y el estado de la unidad.

En la página de actualización de datos Figura 14-3, solo está permitido algunas modificaciones como la Etiqueta o el tag, si alguna vez ésta cambia de dueño, se modifica el nombre del nuevo dueño, las unidades también pueden cambiar de operadora por lo que se puede modificar éste campo y por último se puede cambiar el estado de la unidad a pasivo o activo.

ACTUALIZAR REGISTRO DE UNIDAD DE TRANSPORTE

Etiqueta

Accionista

Operadora

Cambiar estado

Figura 14-3: Formulario de actualización de datos, unidades de transporte
Realizado por: QUICALIQUIN, Diego 2018

Los demás campos no se pueden modificar porque es único en cada vehículo, sea éste privado o de servicio público.

3.2.5 Opción: Datos de puntos de control

Al seleccionar la opción Datos de control, se muestra una base de datos con las ubicaciones, coordenadas y número de control correspondiente como se ve en la Figura 15-3.

DATOS DE PUNTO DE CONTROL

Mostrar registros por pagina Buscar:

ID	Fecha/Hora	Ubicación	Coordenadas	ID control	
1	2018-02-19 00:09:31	Av. Predro Vicente Maldonado, entrada principal esp	-1.661156°, -78.677907°	5	
3	2018-02-19 00:32:08	Av. Unidad Nacional, plaza de toros	-1.668614°, -78.656557°	3	
4	2018-02-19 00:34:59	E-35, By pass	-1.654371°, -78.693777°	12	
8	2018-02-19 00:48:49	E-35, By pass norte	-1.654371°, -78.693777°	2	

Mostrando pagina 1 de 1 Anterior Siguiente

Figura 15-3: Datos de puntos de control
Realizado por: QUICALIQUIN, Diego 2018

En determinados casos también se podrá mover los lectores de los puntos de control, por lo que también existe la base de datos para modificar la dirección, coordenadas geográficas de

localización exacta y el ID o número de control. En la Figura 16-3 se puede ver las opciones de actualización para los puntos de control.

MODIFICAR PUNTOS DE CONTROL

Ubicación	<input type="text" value="Av. Predro Vicente Maldonado, entrada principal esp"/>
Coordenadas	<input type="text" value="-1.661156°, -78.677907°"/>
ID Control	<input type="text" value="5"/>
<input type="button" value="Regresar"/> <input type="button" value="Guardar"/>	

Figura 16-3: Formulario para actualizar datos de punto control
Realizado por: QUICALIQUIN, Diego 2018

3.2.6 Opción: Datos de censado

En esta página se puede visualizar los datos enviados por el lector UHF a la base de datos. Se registra automáticamente en la base de datos bus_control, la tabla datos_lector, los datos de Censado como el ID del tag y el número de punto de control como se ve en la Figura 17-3.

DATOS DE CENSADO AUTOMÁTICO

Mostrar registros por pagina
 Buscar:

ID	Fecha/Hora	Etiqueta	ID control		
75	2018-02-19 01:49:28	6433	16		
76	2018-02-19 01:49:37	6434	16		
77	2018-02-19 01:49:44	6432	16		
78	2018-02-19 01:49:48	6433	16		
79	2018-02-19 01:49:54	6434	16		
80	2018-02-19 01:50:01	6434	16		
81	2018-02-19 01:50:08	6433	16		
82	2018-02-19 01:50:12	6432	16		
83	2018-02-19 02:00:26	6434	16		
84	2018-02-19 02:00:41	6432	16		

Mostrando pagina 8 de 11

 Anterior 1 ... 7 **8** 9 10 11 Siguiente

Figura 17-3: Datos de censado automático
Realizado por: QUICALIQUIN, Diego 2018

En la página de censado automático, existe una opción para generar el reporte en formato PDF. El resultado que se obtiene es como se muestra en la Figura 18-3. Donde la primera columna registra los datos de fecha y hora de censado, la segunda columna registra el *tag id* de la unidad de transporte y la última columna registra el identificador de control por el que pasa la unidad.

 CONTROL DE LINEA Fecha: 22-02-2018		
2018-02-18 21:01:32	6432	16
2018-02-18 21:01:38	6432	16
2018-02-18 21:01:44	6432	16
2018-02-18 21:01:49	6432	16
2018-02-18 21:01:59	6434	16
2018-02-18 21:02:05	6433	16
2018-02-18 21:02:17	6433	16
2018-02-18 21:04:17	6433	16
2018-02-18 21:04:27	6432	16
2018-02-18 21:04:29	6432	16
2018-02-18 21:04:33	6432	16
2018-02-18 21:04:38	6432	16
2018-02-18 21:17:45	6432	16
2018-02-18 21:18:23	6434	16
2018-02-21 00:22:00	6487	23

Figura 18-3: Reporte de censo automático
Realizado por: QUICALIQUIN, Diego 2018

3.3 Funcionamiento del prototipo

Una vez analizadas las partes que conforman el prototipo, se procede a la puesta en marcha del sistema. Se verificó que todos los módulos que conforman el sistema de censo inalámbrico mediante RFID de medio alcance, funcionan correctamente. El módulo de transmisión de datos funciona adecuadamente, por lo que se pudo comprobar la integridad de los datos que transmite. En la Figura 19-3 se muestra la captura del prototipo del sistema implementado.



Figura 19-3: Prototipo implementado
Realizado por: QUICALIQUIN, Diego 2018

3.4 Registro manual vs registro automático

Las variables tomadas en cuenta se presentan en la Tabla 5-3. Donde se muestra las diferencias entre el sistema de marcado de tarjetas manual y el sistema planteado como prototipo. Se concluye que existen mejoras significativas en el sistema de control automático frente al sistema de control manual de buses los mismos que cumple con los requerimientos del sistema.

Tabla 4-3: Tabla comparativa, control manual y sistema automático

	Sistema de control manual	Sistema automático
Movilidad	Poco soportado	En cualquier momento
Instalación	Ambientes secos	Todo tipo de clima ecuatorial
Funcionamiento	Horas laborables	24/7, si se requiere
Dispositivo de control	Reloj tarjetero	UHF-RFID+GPRS+WEB
Presencia humana	Indispensable	No se requiere
Seguridad de datos	Vulnerable	Muy poco vulnerable
Estado del sistema	En transición a obsoleto	Prototipo
Tiempo de registro	1 minuto o mas	100 ms

Realizado por: QUICALIQUIN, Diego 2018

3.5 Análisis económico del prototipo implementado

Para el análisis económico de la implementación del prototipo de censado automático se tomó en cuenta elementos adquiridos con costos locales; se analiza los costos del hardware adquirido, así también del software utilizado. En la Tabla 6-3 se presenta el presupuesto necesario para la implementación del sistema.

Tabla 5-3: Cotización del prototipo implementado

	Dispositivo	Cantidad	Precio unitario en \$	Total \$
Hardware	UHF- RFID READER	1	350,00	350,00
	Arduino UNO	1	15,00	15,00
	Tag RFID autoadhesivas	1	5,00	5,00
	Shield GSM SIM900	1	42,00	42,00
	Caja de protección módulo de transmisión	1	9,00	9,00
	Fuente de Poder Regulable para Arduino	1	6,00	6,00

Costo del hardware utilizado				427,00
Software	Xampp	1	0,00	0,00
	Sublime text	1	0,00	0,00
	Arduino IDE	1	0,00	0,00
	Hosting web de pago (anual)	1	0,00	50,00
Costo del software necesario				50,00
Costo total del prototipo				477,00

Realizado por: QUICALIQUIN, Diego 2018

De los valores presentados en la Tabla 6-3, el que más costoso resulta es el módulo lector de RFID que representa un costo de \$350.00, precio de compra en Ecuador por unidades. Para implementar proyectos a gran escala utilizando este lector, los fabricantes ofrecen precios más bajos como se puede ver en la página de EBay <https://www.ebay.com/itm/Parking-Access-Control-System-UHF-RFID-Reader-8m-ready-made-system-/183083403388>, mientras que el resto de componentes tienen un costo mucho menor.

Se realizó el análisis de costos del sistema manual vs es sistema de censado automático y también frente al sistema GPS obteniéndose los siguientes valores.

El costo mensual de pago a la persona que marca la tarjeta con una remuneración de \$15 diarios es \$450 que tiene un costo anual de \$5400. Sin tomar en cuenta el costo de implementación, mantenimiento que se le debe dar al reloj de marcado de tarjetas.

En Riobamba existen 15 puntos de control ubicados en distintos lugares de la ciudad. El costo de implementación del sistema de control propuesto es de \$472 incluido un hosting web de pago para cada estación de control, que da una inversión de \$7080, sin tomar en cuenta el precio de las etiquetas que se coloca a cada unidad de transporte. Se verificó que existen 16 rutas de recorrido de los buses con un total de 184 unidades según el plan de movilidad de la ciudad de Riobamba (DMR, 2016). El costo del *tag* es de \$5 que dan un total de \$920 instalados en cada unidad.

Frente al sistema GPS implementado también existe diferencia de costos a favor del sistema planteado, dado que este debe ser implementado en cada unidad de transporte con un coste aproximado de \$168 dispositivo GPS más instalación. Tomando en cuenta las 184 unidades, se obtiene el costo de implementación del sistema GPS que es de \$30912.

Tabla 6-3: Resumen de costos

	Número de unidades	Sistema manual	GPS	Prototipo Implementado
Costo total mensual	184	\$ 82800	No aplica	No aplica
Costo total de implementación		No aplica	\$ 30912	\$920
Costo de implementación prototipo	15	No aplica	No aplica	\$7080

Realizado por: QUICALIQUIN, Diego 2018

Analizando el resumen de costos de la Tabla 7-3 se concluye que: el prototipo implementado es de muy bajo costo y representa un 0,01111% de costo de implementación frente al sistema de control manual y 0,25879% de inversión con respecto al sistema GPS.

CONCLUSIONES

- Se implementó un prototipo para el censo automático de buses urbanos de Riobamba, utilizando la tecnología RFID de mediano alcance, cuya operatividad se basa en tres módulos conformados por captura de datos, transmisión de datos y de almacenamiento de la información, el mismo que funciona sobre una base de datos ubicada en la nube para almacenar los datos de censo y luego ser mostrado en una página web.
- De las pruebas realizadas en ambiente cerrado para la calibración del dispositivo se concluye que luego de las mejoras realizadas en el software del prototipo, este es capaz de redundar los errores de lectura y enviar solo lecturas correctas sin importar la distancia de ubicación del tag dentro del rango respecto al lector, con una efectividad de lectura del 100%, el resultado obtenido es satisfactorio y cumple con los requerimientos del prototipo.
- De las pruebas realizadas al prototipo implementado específicamente de la comunicación entre el tag y lector UHF-RFID, se determinó que la distancia de lectura en el rango de 2 a 4 metros no presenta error de lectura con vehículo detenido y en circulación a velocidades de 20 a 40 Km/h. Se concluye que el prototipo es aceptable y se acopla a los requerimientos y a los límites de velocidad vigentes en la ley de tránsito del país.
- Del análisis de costos del prototipo se concluye que es de bajo costo, en virtud que representan un ahorro del 98,89% y 74,12% con respecto al sistema de control manual y automatizado con GPS vigente actualmente. característica que está en concordancia con los requerimientos planteados en la presente investigación.
- Se incluyó una plataforma web para manejo y visualización de la información relacionada con el registro de buses. La misma que es gestionada en forma inalámbrica por un módulo SIM900 usando datos móviles, con tiempos de respuesta promedio del servidor hosting gratuito de 47,97ms prácticos y 3,32ms teóricos con lo cual se da cumplimiento a los requerimientos del prototipo.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar una investigación que permita al prototipo incrementar el rango de censado, implementando nuevas antenas que amplíen el rango de lectura con obstáculos.
- El prototipo es de bajo consumo energético, por lo que se recomienda realizar un estudio para implementar alimentación con uso de fuentes de energía verdes o renovables que permitirá incorporar movilidad al prototipo.
- Se recomienda ampliar las funcionalidades del prototipo incorporando nuevas opciones como identificadores para el conductor, contadores de pasajeros, medidores de velocidad, etc. Que permitirá un mayor control acorde a las exigencias del mercado.

BIBLIOGRAFÍA

Arduino data sheet. [En línea] 2018. [Citado el: 17 de Enero de 2018.] Disponible en: <http://arduino.cl/arduino-uno/>.

BENITO, Fernando. *Redes de datos 5G*. [En línea] 2017. [Citado el: 16 de Enero de 2018.] Disponible en: <http://omicrono.espanol.com/2017/03/que-es-el-5g/>.

BORONAT SEGUÍ, Fernando & MONTAGUD CLIMENT, Mario. *Direccionamiento e interconexión de redes basadas en TCP/IP*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 2013. pág. 177.

CABEZAS DOMÍNGUEZ, Oscar Daniel, & GAIBOR GARZÓN, Pablo Alejandro. *Construcción de un módulo de encendido de un motor mediante comando de voz para el laboratorio de electricidad y electrónica de la Escuela de Ingeniería Automotriz*. [En línea] (Tesis). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba. Ecuador. 2015. pp. 25-47. [Consulta: 2017-12-02]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/4122/1/65T00162.pdf>

Características de los sistemas GPS [En línea] 2017. [Citado el: 19 de Diciembre de 2017.] Disponible en: <https://www.orbcomm.com/es/industries/transportation-and-distribution/vehicle-tracking>.

Características de Arduino. [En línea] 2018. [Citado el: 17 de Enero de 2018.] Disponible en: <https://www.arduino.cc/en/Main/Products>.

CLARO ECUADOR. *Tecnología M2M*. [En línea] 2017. [Citado el: 16 de Enero de 2018.] Disponible en: <https://www.claro.com.ec/empresas/soluciones/plataforma-de-alto-desempeno/m2m/>.

CLEMARES, Lucía. *Qué es la comunicación M2M*. [En línea] 2014. [Citado el: 16 de Enero de 2018.] Disponible en: https://www.tendencias21.net/telefonica/Que-es-la-comunicacion-M2M_a801.html.

COBO, Ángel, & OTROS. *PHP y MySQL: Tecnologías para el desarrollo de aplicaciones web*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos, 2005. pp. 56-60.

Control por comandos de voz. [En línea] 2013. [Citado el: 18 de Diciembre de 2017.] Disponible en: <http://www.youngmarketing.co/tecnologia-asistiva-para-personas-con-discapacidad-motora/>.

CORPORACIÓN NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES. *Definición de Telemetría - M2M (Móvil)*. [En línea] 2014. [Citado el: 16 de Enero de 2018.] Disponible en: <https://www.cnt.gob.ec/internet/plan-corporativo/telemetria-m2m-movil/>.

DICCIONARIO BABYLON. *Significado de transporte*. [En línea] 2010. [Citado el: 10 de 09 de 2017.] Disponible en: http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Bibliotecas/Estudios/Estudios_Economicos/Transporte_Quito.pdf.

El transporte público en Ecuador. [En línea] 2012. [Citado el: 02 de 08 de 2017.] Disponible en: <http://www.busecuador.com/transporte-publico-seguro.html>.

- EMPRESA PÚBLICA METROPOLITANA DE TRANSPORTE DE PASAJEROS.** *Paradas inteligentes Quito*. [En línea] 13 de junio de 2017. [Citado el: 20 de Noviembre de 2017.] Disponible en: http://www.trolebus.gob.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=286&catid=78&Itemid=683.
- FIGUEROA, Mario.** *Introducción a los Sistemas de Telefonía Celular*. Buenos Aires: Editorial Hispano América, 2008. pp. 38-51
- GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPALIDAD DE AMBATO.** *Paradas inteligentes*. [En línea] 24 de febrero de 2016. [Citado el: 15 de noviembre de 2017.] Disponible en: <http://www.ambato.gob.ec/nuevas-paradas-inteligentes-instaladas-en-ambato>.
- GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPALIDAD DE RIOBAMBA.** *Boletines de prensa, sistemas GPS*. [En línea] 2016. [Citado el: 29 de Noviembre de 2017.] Disponible en: <http://www.gadmriobamba.gob.ec/index.php/noticias/boletines-de-prensa/32-boletines-de-prensa-octubre-2016/1170-ubicacion-de-gps-en-las-unidades-de-trasporte>.
- . *Aplicación Riorutas*. [En línea] 04 de 02 de 2017. [Citado el: 27 de Noviembre de 2017.] Disponible en: <http://www.gadmriobamba.gob.ec/index.php/noticias/boletines-de-prensa/35-boletines-de-prensa-enero-2017/1251-municipio-presenta-aplicacion-riorutas-para-telefonos-moviles-para-visualizar-recorridos-de-buses-urbanos>.
- . *GPS en buses urbanos de Riobamba*. [En línea] 23 de Junio de 2016. [Citado el: 19 de Diciembre de 2017.] Disponible en: <http://www.gadmriobamba.gob.ec/index.php/transparencia/lotaip2016/ordenanzas-2016#>.
- GARCÍA, Carlos.** *Integración de Redes Telemáticas IoT con Raspberry pi*. Catalunya : UOC, 2015, pp. 35-38
- GARCÍA, Juan; et al. Lláncer:** *Sistemas de comunicaciones móviles: segunda, tercera y cuarta generación*. Cartagena: Universidad Politécnica de Cartagena, 2014. pp. 40-49
- JIMÉNEZ, José.** *Evolución e historia de la telefonía celular*. El Cid Editor | apuntes, 2009, pp. 25-30.
- LARA, Eduardo.** *Comandos AT*. [En línea] 2015. [Citado el: 18 de Enero de 2018.] Disponible en: <https://hetpro-store.com/TUTORIALES/sim900-gsm-shieldarduino/>.
- LEÓN, Rafael, & GALÁN, Ramón.** *Ingeniería electrónica e informática industrial. Introducción a la movilidad: 4g/lte y el desarrollo de aplicaciones android*. España : Dextra, 2014, pág. 151.
- MARIA, Yanina.** *Todo sobre códigos de barras* [En línea] 2010. [Citado el: 07 de diciembre de 2017.] Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos11/yantucod/yantucod.shtml>.
- MOVISTAR ECUADOR.** *M2M - Machine to Machine*. [En línea] 2016. [Citado el: 16 de enero de 2018.] Disponible en: <https://www2.movistar.com.ec/site/empresas/datos-empresas/m2m.html>.
- PÉREZ GUZMÁN, Ricardo & GONZÁLES RIVERO, Oraymy.** *Prototipo de adquisición de señales biológicas utilizando arduino*. La Habana: Universitaria, 2016. pp. 34-50

Presentación de las redes 5g características y usos. [En línea] 2017. [Citado el: 16 de Enero de 2018.] Disponible en: <https://www.gemalto.com/brochures-site/download-site/Documents/tel-5G-networks-QandA-es.pdf>.

RFID basics. [En línea] 2015. [Citado el: 18 de Diciembre de 2017.] Disponible en: <https://learn.sparkfun.com/tutorials/rfid-basics/all>.

RUZ RUIZ, Mario. *Aplicaciones de los sistemas de radio frecuencia y posicionamiento en la seguridad industrial.* [En línea] (Tesis Doctoral). Universidad de Córdoba. Córdoba. España 2013. pp. 9-19. [Consulta: 2017-11-10]. Disponible en: <http://helvia.uco.es/xmlui/handle/10396/10987>

SÁNCHEZ, Víctor. *Control de asistencia a clase mediante un lector de huella dactilar.* [En línea] 20 de diciembre de 2016. [Citado el: 02 de Diciembre de 2017.] Disponible en: <http://dehesa.unex.es/handle/10662/5066>.

Sublime text 3. [En línea] 2017. [Citado el: 18 de Febrero de 2018.] Disponible en: <https://www.emezeta.com/articulos/guia-sublime-text>

Tecnología 4G. [En línea] 2016. [Citado el: 05 de Marzo de 2016.] Disponible en: <http://www.androidjefe.com/4g-lte-ecuador/>.

Tecnologías RFID. [En línea] 2017. [Citado el: 09 de Diciembre de 2017.] Disponible en: <https://www.ia.omron.com/support/guide/47/introduction.html#page-top>.

Types of RFID systems. [En línea] 2017. [Citado el: 16 de Diciembre de 2017.] Disponible en: <https://www.impinj.com/about-rfid/types-of-rfid-systems/>.

Vehículos y Tecnología. [En línea] 01 de Febrero de 2014. [Citado el: 02 de Diciembre de 2017.] Disponible en: <http://www.circulaseguro.com/los-sistemas-de-control-por-voz-en-los-coches-para-mejorar-la-seguridad/>.

ANEXOS

ANEXO A. CÓDIGO ARDUINO

```
#define MAX_BITS 100
#define WIEGAND_WAIT_TIME 3000

unsigned char databits [MAX_BITS];
unsigned char bitCount;
unsigned char flagDone;
unsigned int wiegand_counter;
unsigned long facilityCode=0;
unsigned long cardCode=0;

//INTERRUPCIONES PARA DATA0: GREEN WIRE
void ISR_INT0()
{
    bitCount++;
    flagDone = 0;
    wiegand_counter = WIEGAND_WAIT_TIME;
}

//INTERRUPCIONES PARA DATA1: WHITE WIRE
void ISR_INT1()
{
    databits[bitCount] = 1;
    bitCount++;
    flagDone = 0;
    wiegand_counter = WIEGAND_WAIT_TIME;
}

void setup() {
    // put your setup code here, to run once:
    pinMode(13,OUTPUT);    //Conectar un led
    pinMode(2,INPUT);      //data0 green wire
    pinMode(3,INPUT);      //data1 white wire

    Serial.begin(9600);
    //Serial.println("Lectores RFID Wiegand 26");

    attachInterrupt(0, ISR_INT0, FALLING);
    attachInterrupt(1, ISR_INT1, FALLING);
    wiegand_counter = WIEGAND_WAIT_TIME;
}

void loop() {
    // put your main code here, to run repeatedly:
    //solo se ejecuta cuando esta seguro de que no hay pulsos de datos entrantes
    if(!flagDone)
    {
        if(--wiegand_counter == 0)
            flagDone = 1;
    }
}
```

```

}
//ejecuta si tenemos bits y el contador wiegand no recibe mas datos
if(bitCount > 0 && flagDone)
{
    unsigned char i;
    //Serial.print("Read ");
    //Serial.print(bitCount);

    //Serial.print(" bits. ");

    //decodificamos los bits recibidos segun wiegand 26
    if(bitCount==26)
    {
        //facility code = del bit 1 al 8 (1 Byte) contado desde cero
        for(i=1; i<=8; i++)
        {
            facilityCode <<=1;
            facilityCode |= databits[i];
        }

        //card code = del bit 9 al 24 (2 Bytes) contado desde cero
        for(i=9; i<=24; i++)
        {

            cardCode |= databits[i];
        }
        printBits();
    }
    else{
        // aqui se puede agregar otros formatos de wiegand Ej wiegand 35
        //Serial.println("Error de lectura.");
    }
    //limpiamos las variables para la siguiente lectura
    bitCount=0;
    facilityCode=0;
    cardCode=0;
    for(i=0; i<MAX_BITS; i++)
    {
        databits[i]=0;
    }
}
}
void printBits()
{
    //imprimimos el codigo del tag.
    Serial.print("FACILITY CODE = ");
    Serial.print(facilityCode);
    Serial.print(", CARD CODE = ");
    Serial.println(cardCode);
}

```

ANEXO B. CÓDIGO PÁGINA WEB

ADMINISTRACIÓN DE ACCIONISTAS

```
<!DOCTYPE html>

    <?php
    session_start();
    if (@!$_SESSION['nombres']) {
        header("Location:index.php");
    }elseif ($_SESSION['privilegio']==1) {
        header("Location:admin.php");
    }
    ?>

<html lang="en">
<head>
    <meta charset="utf-8">
    <title>Auto-registro de Buses</title>
    <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0">
    <meta name="description" content="">
    <meta name="author" content="Diego Quicaliquin">

    <link href="bootstrap/css/bootstrap.min.css" rel="stylesheet"/>
    <script src="bootstrap/js/jquery-1.8.3.min.js"></script>
    <script src="bootstrap/js/bootstrap.min.js"></script>

    <link rel="shortcut icon" href="assets/ico/favicon.ico">
    <link rel="apple-touch-icon-precomposed" sizes="144x144" href="assets/ico/apple-touch-icon-144-precomposed.png">
    <link rel="apple-touch-icon-precomposed" sizes="114x114" href="assets/ico/apple-touch-icon-114-precomposed.png">
    <link rel="apple-touch-icon-precomposed" sizes="72x72" href="assets/ico/apple-touch-icon-72-precomposed.png">
    <link rel="apple-touch-icon-precomposed" href="assets/ico/apple-touch-icon-57-precomposed.png">
</head>
<body data-offset="40" background="images/city.jpg" style="background-attachment: fixed">
<div class="container">
<header class="header">
<div class="row">
    <?php
    include("include/principal.php");
    ?>
</div>
</header>

    <!-- Navbar
    =====>
    <?php

    include("include/menu.php");

    ?>
    <!--
    =====>
```



```

<div id="myCarousel" class="carousel slide homCar">
    <div class="carousel-inner" style="border-top:18px solid #222; border-bottom:1px
solid #222; border-radius:4px;">
        <div class="item active">
            
            <div class="carousel-caption">
                <h4>En este sitio web usted puede:</h4> <p>
Ver e imprimir el reporte de censo de la unidad de transporte </br>
Ir a menu principal </p>
            </div>
        </div>
        <div class="item">
            
            <div class="carousel-caption">
                <h4>Cooperativa Liribamba</h4><p>Esta cooperativa ha trabajado en la
transportacion publica desde 1991.
                </p>
            </div>
        </div>
        <div class="item">
            
            <div class="carousel-caption">
                <h4>Buses en servicio</h4><p>No olvide que la clave del éxito en la perseverancia. </p>
            </div>
        </div>
        <div class="item">
            
            <div class="carousel-caption">
                <h4>Buses en servicio</h4><p>No olvide que la clave del éxito en la perseverancia. </p>
            </div>
        </div>
    </div>
    <a class="left carousel-control" href="#myCarousel" data-slide="prev"></a>
    <a class="right carousel-control" href="#myCarousel" data-slide="next"></a>
</div>
<h3> En esta pagina usted puede acceder a: </h3>
<div class="row" style="text-align:center">
    <div class="span2">
        <div class="well well-small">
            <h4>Administrar accionistas</h4>
            <a href="index_ac.php"><small>INGRESAR</small></a></div>
        </div>
        <div class="span2">
            <div class="well well-small">
                <h4>Administrar unidades</h4>
                <a href="index_uni.php"><small>INGRESAR</small></a>
            </div>
        </div>
        <div class="span2">
            <div class="well well-small">
                <h4>Datos de control</h4>
                <a href="index_con.php"><small>INGRESAR</small></a>
            </div>
        </div>
        <div class="span2">
            <div class="well well-small">
                <h4>Datos de Censo</h4>
                <a href="index_lec.php"><small>INGRESAR</small></a>
            </div>
        </div>
    </div>

```

```

</div>
</div>
</div>
<div class="span2">
    <div class="well well-small">
        <h4>Generar Reporte</h4>
        <a href="reporte_tot.php"><small>Generar PDF</small></a>
    </div>
</div>

</div>
<h3>La Empresa</h3>
<div class="row" align="">

    <div class="span4" align="">
        <div class="thumbnail">
            <h3 style="text-align:center"></h3>
            
            <div class="caption">
                <h5>Nuetsra misión.</h5>
                <p align="justify">
                    Escriba detalles aquí.
                </p>
                <a class="pull-right" href="index2.php">ir al inicio</a>
            <br/>
        </div>
    </div>
</div>

    <div class="span4">
        <div class="thumbnail">
            <h3 style="text-align:center"></h3>
            
            <div class="caption">
                <h5> Nuestra visión.</h5>
                <p align="justify">
                    Escribir detalles Aquí.
                </p>
                <a class="pull-right" href="reporte_tot.php">Ver reporte de censado</a>
            <br/>
        </div>
    </div>
</div>

</div>
<!-- Footer
===== -->
<hr class="soften"/>
<footer class="footer">

<hr class="soften"/>

```

```

<p>&copy; Copyright ESPOCH <br/><br/></p>
<hr>
</footer>
</div><!-- /container -->

</style> </body>
</html>

```

PÁGINA DE ADMINISTRACIÓN DE ACCIONISTAS

```

<?php
    session_start();
    if (@!$_SESSION['nombres']) {
        header("Location:index.php");
    }elseif ($_SESSION['privilegio']==1) {
        header("Location:index2.php");
    }

require 'conexion.php';
?>
<html lang="es">
    <head>
        <title>accionistas</title>
        <meta charset="utf-8">
        <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1">
        <link href="css/bootstrap.min.css" rel="stylesheet">
        <link href="css/bootstrap-theme.css" rel="stylesheet">
        <link href="css/jquery.dataTables.min.css" rel="stylesheet">

        <link href="bootstrap/css/bootstrap.min.css" rel="stylesheet"/>
    <link rel="shortcut icon" href="assets/ico/favicon.ico">
    <link rel="apple-touch-icon-precomposed" sizes="144x144" href="assets/ico/apple-touch-icon-144-precomposed.png">
    <link rel="apple-touch-icon-precomposed" sizes="114x114" href="assets/ico/apple-touch-icon-114-precomposed.png">
    <link rel="apple-touch-icon-precomposed" sizes="72x72" href="assets/ico/apple-touch-icon-72-precomposed.png">
    <link rel="apple-touch-icon-precomposed" href="assets/ico/apple-touch-icon-57-precomposed.png">
    <script src="js/jquery-3.1.1.min.js"></script>
    <script src="js/bootstrap.min.js"></script>
    <script src="js/jquery.dataTables.min.js"></script>
    <script>
        $(document).ready(function(){
            $('#mitabla').DataTable({
                "order": [[1, "asc"]],
                "language":{
                    "lengthMenu": "Mostrar _MENU_ registros por pagina",
                    "info": "Mostrando pagina _PAGE_ de _PAGES_ ",
                    "infoEmpty": "No hay registros disponibles",
                    "infoFiltered": "(filtrada de _MAX_ registros)",
                    "loadingRecords": "Cargando...",
                    "processing": "Procesando...",
                    "search": "Buscar:",

```

```

"zeroRecords": "No se encontraron registros coincidentes",
"paginate": {
    "next": "Siguiente",
    "previous": "Anterior"
},
    },
    "bProcessing": true,
    "bServerSide": true,
    "sAjaxSource": "server_process_ac.php"
});
});
</script>

```

```

</head>

```

```

<body data-offset="40" background="imagenes/bge00.jpg" style="background-attachment: fixed">
<div class="container">
    <header class="header">
    <div class="row">
    <?php
        include("include/principal.php");
    ?>
    </div>
    </header>

```

```

<div class="navbar">
    <div class="navbar-inner">
        <div class="container">
            <div class="nav-collapse">
                <ul class="nav">
                    <li class=""><a href="index2.php">IR A INICIO</a></li></ul>
                    <form action="#" class="navbar-search form-inline" style="margin-top:6px">
                    </form>
                    <ul class="nav pull-right">
                        <li><a href="">Bienvenido <strong><?php echo $_SESSION['nombres'];?></strong> </a></li>
                        <li><a href="desconectar.php"> Cerrar Sesión </a></li></ul>
                    </div><!-- /.nav-collapse -->
                </div>
            </div><!-- /navbar-inner -->
        </div>

```

```

<div class="container">
    <div class="row">
    <h2 style="text-align:center">Pagina de Administración de Accionistas</h2>
    </div>
    <div class="row">
    <a href="nuevo_ac.php" class="btn btn-primary">Nuevo Accionista</a>
    </div>
    <br>
    <div class="row table-responsive">
    <table class="display" id="mitabla">
    <thead><tr>
    <th>ID</th>

```

```

        <th>Apellidos</th>
        <th>Nombres</th>
        <th>CI</th>
        <th>Telefono</th>
        <th>id_vehiculo</th>
        <th>Estado</th>
        <th></th>
        <th></th>
    </tr>
</thead>

<tbody>

</tbody>
</table>
</div>
</div>

<!-- Modal -->
<div class="modal fade" id="confirm-delete" tabindex="-1" role="dialog" aria-
labelledby="myModalLabel" aria-hidden="true">
    <div class="modal-dialog">
        <div class="modal-content">
            <div class="modal-header">
                <button type="button" class="close" data-dismiss="modal" aria-hidden="true">&times;</button>
            <h4 class="modal-title" id="myModalLabel">Eliminar Registro</h4></div>
            <div class="modal-body">¿Desea eliminar este registro?</div>
            <div class="modal-footer">
                <button type="button" class="btn btn-default" data-
dismiss="modal">Cancel</button>
                <a class="btn btn-danger btn-ok">Delete</a>
            </div>
        </div>
    </div>
</div>
</div>
</div>
</div>
<script>$('#confirm-delete').on('show.bs.modal', function(e) {
    $(this).find('.btn-ok').attr('href', $(e.relatedTarget).data('href'));
    $('#debug-url').html('Delete URL: <strong>' + $(this).find('.btn-ok').attr('href') + '</strong>');
});
</script>

</body>
</html>

```

PÁGINA DE ACTUALIZACIÓN DE REGISTRO

?php

```

session_start();
if (!$_SESSION['nombres']) {
    header("Location:index.php");
}elseif ($_SESSION['privilegio']==1) {
    header("Location:index2.php");
}

```

```

    }
    require 'conexion.php';
    $id = $_GET['id'];
    $sql = "SELECT * FROM datos_propietario WHERE id = '$id'";
    $resultado = $mysqli->query($sql);
    $row = $resultado->fetch_array(MYSQLI_ASSOC);

    ?>
    <html lang="es">
        <head>
            <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1">
            <link href="css/bootstrap.min.css" rel="stylesheet">
            <link href="css/bootstrap-theme.css" rel="stylesheet">
            <script src="js/jquery-3.1.1.min.js"></script>
            <script src="js/bootstrap.min.js"></script>
        </head>
        <body>
            <div class="container">
                <div class="row">
                    <h3 style="text-align:center">MODIFICAR REGISTRO DE ACCIONISTA</h3>
                </div>
                <form class="form-horizontal" method="POST" action="update_ac.php" autocomplete="on">
                    <div class="form-group">
                        <label for="direccion" class="col-sm-2 control-label">Dirección</label>
                        <div class="col-sm-10">
                            <input type="text" class="form-control" id="direccion" name="direccion" placeholder="Nombre"
                                value="<?php echo $row['direccion']; ?>" required>
                        </div>
                    </div>
                    <input type="hidden" id="id" name="id" value="<?php echo $row['id']; ?>" />
                    <div class="form-group">
                        <label for="email" class="col-sm-2 control-label">Email</label>
                        <div class="col-sm-10">
                            <input type="email" class="form-control" id="email" name="email" placeholder="Escriba
la nueva direccion de correo" value="<?php echo $row['correo']; ?>" required>
                        </div>
                    </div>
                    <div class="form-group">
                        <label for="telefono" class="col-sm-2 control-label">Telefono</label>
                        <div class="col-sm-10">
                            <input type="tel" class="form-control" id="telefono" name="telefono"
                                placeholder="Escriba el nuevo numero de telefono" value="<?php echo $row['telefono']; ?>" >
                        </div>
                    </div>
                    <div class="form-group">
                        <label for="estado" class="col-sm-2 control-label">Cambiar estado</label>
                        <div class="col-sm-10">
                            <select class="form-control" id="estado" name="estado">
                                <option value="pendiente" <?php if($row['estado']=='pendiente') echo 'selected';
                                ?>>pendiente</option>
                                <option value="activo" <?php if($row['estado']=='activo') echo 'selected';
                                ?>>activo</option>
                                <option value="pasivo" <?php if($row['estado']=='pasivo') echo 'selected';
                                ?>>pasivo</option>
                            </select>
                        </div>
                    </div>
                </div>
            </div>
        </body>
    </html>

```

```

        </select>
    </div>
</div>
<div class="form-group">
<label for="intereses" class="col-sm-2 control-label">Solo puede modificar algunos
parametros</label>

    </div>
<div class="form-group">
    <div class="col-sm-offset-2 col-sm-10">
<a href="index_ac.php" class="btn btn-default">Regresar</a>
<button type="submit" class="btn btn-primary">Guardar</button>
    </div>
    </div>
</form>
</div>
</body>
</html>

```

PÁGINA DE ELIMINAR REGISTRO

```

<?php
session_start();
if (@!$_SESSION['nombres']) {
    header("Location:index.php");
}elseif ($_SESSION['privilegio']==1) {
    header("Location:index2.php");
}

require 'conexion.php';

$id = $_GET['id'];

$sql = "DELETE FROM datos_propietario WHERE id = '$id'";
$resultado = $mysqli->query($sql);

?>

<html lang="es">
    <head>

        <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1">
        <link href="css/bootstrap.min.css" rel="stylesheet">
        <link href="css/bootstrap-theme.css" rel="stylesheet">
        <script src="js/jquery-3.1.1.min.js"></script>
        <script src="js/bootstrap.min.js"></script>
    </head>

    <body>
    <div class="container">
    <div class="row">
    <div class="row" style="text-align:center">
    <?php if($resultado) { ?>
    <h3>REGISTRO ELIMINADO</h3>

```



```

        <?php } else { ?>
        <h3>ERROR AL ELIMINAR</h3>
        <?php } ?>
        <a href="index_ac.php" class="btn btn-primary">Regresar</a>
        </div>
    </div>
</body>
</html>

```

PÁGINA DE CENSADO

```

<?php

session_start();
if (@!$_SESSION['nombres']) {
    header("Location:index.php");
}elseif ($_SESSION['privilegio']==1) {
    header("Location:index2.php");
}

require 'conexion.php';

?>
<html lang="es">
    <head>
        <title>datos censado</title>
        <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1">
        <link href="css/bootstrap.min.css" rel="stylesheet">
        <link href="css/bootstrap-theme.css" rel="stylesheet">
        <link href="css/jquery.dataTables.min.css" rel="stylesheet">

        <link href="bootstrap/css/bootstrap.min.css" rel="stylesheet"/>

        <script src="js/jquery-3.1.1.min.js"></script>
        <script src="js/bootstrap.min.js"></script>
        <script src="js/jquery.dataTables.min.js"></script>

        <script>
        $(document).ready(function(){
        $('#mitabla').DataTable({
            "order": [[1, "asc"]],
            "language":{
                "lengthMenu": "Mostrar _MENU_ registros por pagina",
                "info": "Mostrando pagina _PAGE_ de _PAGES_",
                "infoEmpty": "No hay registros disponibles",
                "infoFiltered": "(filtrada de _MAX_ registros)",
                "loadingRecords": "Cargando...",
                "processing": "Procesando...",
                "search": "Buscar:",
                "zeroRecords": "No se encontraron registros coincidentes",
                "paginate": {
                    "next": "Siguiente",

```



```

        "previous": "Anterior"
    },
    },
    "bProcessing": true,
    "bServerSide": true,
    "sAjaxSource": "server_process_lec.php"
    });
});

</script>

</head>

<body>

    <div class="container">
        <header class="header">
            <div class="row">
                <?php
                include("include/principal.php");
                ?>
            </div>
        </header>

        <div class="navbar">
            <div class="navbar-inner">
                <div class="container">
                    <div class="nav-collapse">
                        <ul class="nav">
                            <li class=""><a href="index2.php">IR A INICIO</a></li>

                            </ul>
                            <form action="#" class="navbar-search form-inline" style="margin-top:6px">
                                </form>
                                <ul class="nav pull-right">
                                    <li><a href="">Bienvenido <strong><?php echo $_SESSION['nombres'];?></strong> </a></li>
                                    <li><a href="desconectar.php">Cerrar Sesión </a></li>
                                </ul>
                            </div><!-- /.nav-collapse -->
                        </div>
                    </div><!-- /navbar-inner -->
                </div>

                <div class="container">
                    <div class="row">
                        <h2 style="text-align:center">DATOS DE CENSADO AUTOMÁTICO</h2>
                    </div>

                    <div class="row">
                        <a href="nuevo_lec.php" class="btn btn-primary">Registro Manual</a>
                    </div>

                    <br>

```

```

<div class="row table-responsive">
    <table class="display" id="mitabla">
        <thead>
            <tr>
                <th>ID</th>
                <th>Fecha/Hora</th>
                <th>Etiqueta</th>
                <th>ID control</th>
                <th></th>
                <th></th>
            </tr>
        </thead>
        <tbody>
        </tbody>
    </table>
</div>

<!-- Modal -->
<div class="modal fade" id="confirm-delete" tabindex="-1" role="dialog" aria-
labelledby="myModalLabel" aria-hidden="true">
    <div class="modal-dialog">
        <div class="modal-content">
            <div class="modal-header">
                <button type="button" class="close" data-dismiss="modal" aria-
hidden="true">&times;</button>
                <h4 class="modal-title" id="myModalLabel">Eliminar Registro</h4>
            </div>

            <div class="modal-body">¿Esta segur@ que quiere eliminar este registro?
            </div>
            <div class="modal-footer">
                <button type="button" class="btn btn-default" data-dismiss="modal">No</button>
                <a class="btn btn-danger btn-ok">Eliminar</a>
            </div>
        </div>
    </div>
    <script>
        $( '#confirm-delete' ).on('show.bs.modal', function(e) {
            $(this).find(' .btn-ok' ).attr('href', $(e.relatedTarget).data('href'));

            $( '.debug-url' ).html('Delete URL: <strong>' + $(this).find(' .btn-ok' ).attr('href') + '</strong>');
        });
    </script>

</body>
</html>

```

PÁGINA DE ACTUALIZACIÓN DE DATOS DEL LECTOR

```

<?php
    require 'conexion.php';

```

```

        $id = $_POST['id'];
        $identity = $_POST['identify'];
        $fecha = $_POST['fecha'];
        $etiqueta = $_POST['etiqueta'];
        $control = $_POST['control'];

        $sql = "UPDATE datos_lector SET id='$identity', fecha='$fecha', tag_id='$etiqueta',
control_id='$control' WHERE id = '$id'";
        $resultado = $mysqli->query($sql);

    ?>

<html lang="es">
    <head>

        <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1">
        <link href="css/bootstrap.min.css" rel="stylesheet">
        <link href="css/bootstrap-theme.css" rel="stylesheet">
        <script src="js/jquery-3.1.1.min.js"></script>
        <script src="js/bootstrap.min.js"></script>
    </head>

    <body>
    <div class="container">
    <div class="row">
        <div class="row" style="text-align:center">
            <?php if($resultado) { ?>
                <h3>REGISTRO MODIFICADO</h3>
            <?php } else { ?>
                <h3>ERROR AL MODIFICAR</h3>
            <?php } ?>
            <a href="index_lec.php" class="btn btn-primary">Regresar</a>
        </div>
    </div>
    </div>
    </body>
</html>

```

ELIMINACIÓN DE DATOS DEL LECTOR

```

<?php

    require 'conexion.php';
    $id = $_GET['id'];
    $sql = "DELETE FROM datos_lector WHERE id = '$id'";
    $resultado = $mysqli->query($sql);

    ?>
<html lang="es">
    <head>
        <title>eliminar datos</title>
        <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1">

```

```

        <link href="css/bootstrap.min.css" rel="stylesheet">
        <link href="css/bootstrap-theme.css" rel="stylesheet">
        <script src="js/jquery-3.1.1.min.js"></script>
        <script src="js/bootstrap.min.js"></script>
    </head>

    <body>
        <div class="container">
            <div class="row">
                <div class="row" style="text-align:center">
                    <?php if($resultado) { ?>
                    <h3>REGISTRO ELIMINADO</h3>
                    <?php } else { ?>
                    <h3>ERROR AL ELIMINAR</h3>
                    <?php } ?>

                    <a href="index_lec.php" class="btn btn-primary">Regresar</a>

                </div>
            </div>
        </div>
    </body>
</html>

```

PÁGINA PARA GENERAR REPORTE

```

<?php
include 'plantilla.php';
//require 'conexion.php';
require_once ('connect.php');
connect();

$pdf = new PDF();
$pdf->AliasNbPages();
$pdf->AddPage();

$pdf->SetFillColor(232,232,232);
$pdf->SetFont('Arial','B',12);
$pdf->Cell(17,6,"",0,0,'C'); // primera casilla transparente
$pdf->Cell(60,6,'FECHA',1,0,'C',1);
$pdf->Cell(40,6,'TAG ID',1,0,'C',1);
$pdf->Cell(60,6,'No. CONTROL',1,1,'C',1);

$pdf->SetFont('Arial','',10);

$conexion=mysqli_connect("localhost","root","","bus_control");
$resultado=mysqli_query($conexion,"SELECT `no_info`,`fecha`,`tag_id`,`control_id`
FROM `datos_lector` WHERE 1");

while ($row=mysqli_fetch_array($resultado)){

    $pdf->Cell(17,6,$row['no_info'],0,0,'C');
    $pdf->Cell(60,6,utf8_decode($row['fecha']),1,0,'C');
}

```

```

        $pdf->Cell(40,6,$row['tag_id'],1,0,'C');
        $pdf->Cell(60,6,utf8_decode($row['control_id']),1,1,'C');
    }

    $pdf->Output();
?>

```

PÁGINA DE VALIDACIÓN DE USUARIOS

PAGINA DE VALDACION DE USUARIOS

```

<?php
session_start();
require_once("connect_db.php");

$iduser=strip_tags($_POST['user']);
$pass=strip_tags($_POST['pass']);

//la variable $mysqli viene de connect_db que lo traigo con el require("connect_db.php");
$sql=mysqli_query($mysqli,"SELECT * FROM datos_admin WHERE ci='$iduser'");
if($f=mysqli_fetch_assoc($sql)){
    if($pass==$f['pass_admin']){
        $_SESSION['id']=$f['id'];
        $_SESSION['nombres']=$f['nombres'];
        $_SESSION['privilegio']=$f['privilegio'];

        //echo '<script>alert("BIENVENIDO ADMINISTRADOR")</script> ';
        echo "<script>location.href='index2.php'</script>";

    }
}

$sql=mysqli_query($mysqli,"SELECT * FROM datos_admin WHERE ci='$iduser'");
if($f=mysqli_fetch_assoc($sql)){
    if($pass==$f['pass_user']){
        $_SESSION['id']=$f['id'];
        $_SESSION['nombres']=$f['nombres'];
        $_SESSION['privilegio']=$f['privilegio'];

        header("Location: admin.php");
    }else{
        echo '<script>alert("CONTRASEÑA INCORRECTA")</script> ';

        echo "<script>location.href='index.php'</script>";
    }
}
}

echo '<script>alert("ESTE USUARIO NO EXISTE, PORFAVOR REGISTRESE PARA PODER
INGRESAR")</script> ';

echo "<script>location.href='index.php'</script>";

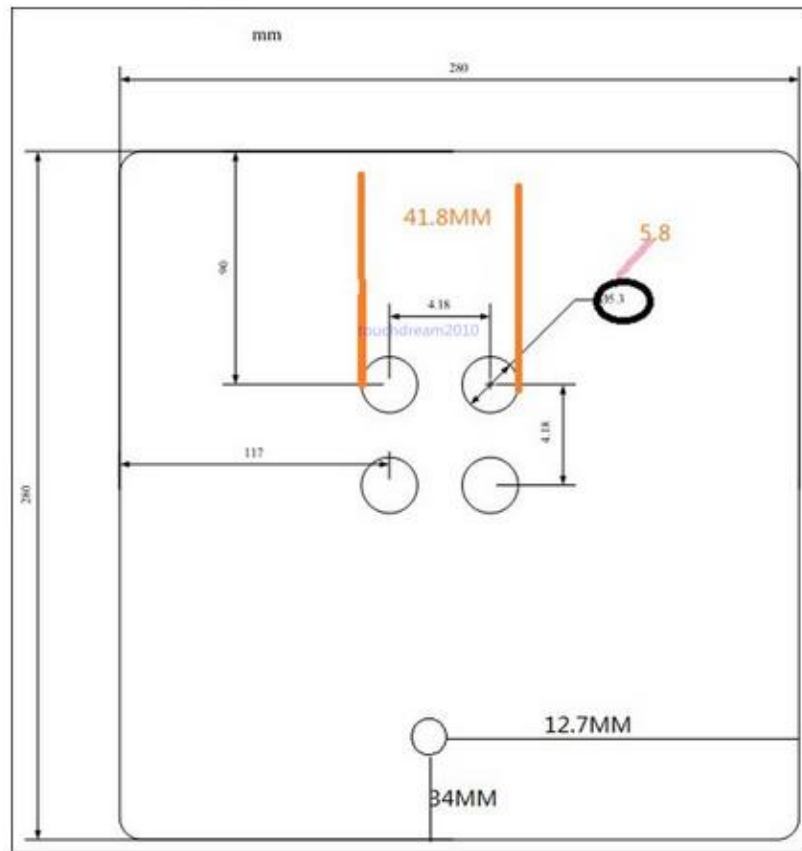
}

?>

```

ANEXO C. DATA SHEET ELEMENTOS ELECTRÓNICOS

DATA SHEET UHF-RFID



Parameters:

Dimensions: 280x280x40mm

Operating Temp: -25 ~ +60 degree

Interface: RS232, RS485, Wiegand26

Indicator: Buzzer

RF Power: 0~30dBm, adjustable set by software

Antenna: Built-in 8dbi circularly polarized antenna

Read Range: 5-7M, tag and environment dependent

5-7m UHF RFID Card Reader:

This UHF RFID Middle Range Reader is a high performance UHF integrated reader. It supports fast tag read/write operation with identification rate. It can be widely applied in many RFID application systems such as logistics, access control (Door Control, Car Parking control, etc.) and anti-counterfeit and industrial production process, control system.

This reader supports Wiegand26 interface also, can directly connect to controller device to build access control system.

This reader also supports connection with Arduino device or Raspberry Pi (By RS232), also can communicate with Linux and all Windows platforms (Win7 32/64 bit, Win8 and Win10 OS), and we can provide source code sample and technical support for your integration.

Features:

1. Support ISO18000-6C (EPC C1G2) protocol tag/Card
2. Operating frequency: 902~928MHz frequency band (frequency customization optional)
3. FHSS or Fix Frequency transmission
4. RF output power up to 30dBm (adjustable)
5. 8dbi antenna with effect distance up to 5m-7Meters
6. Provide C#, VC, Java, Linux, Arduino Source Code
7. Once read card will have Relay output, then can open door / barrier / lock, etc.

Interface:

Red: +9V

Black: GND

Yellow: Wiegand DATA0

Blue: Wiegand DATA1

Purple: RS485 R+

Orange: RS485 R-

Brown: GND

White: RS232 RXD

Green: RS232 TXD

**DATA SHEET TARJETA ARDUINO****Especificaciones técnicas**

Microcontroller	ATmega328
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
Analog Input Pins	6
DC Current for I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	32 KB (ATmega328)
SRAM	2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB (ATmega328)
Clock Speed	16 MHz

Power, Inputs and Outputs.

Pines de alimentation (Power Pins)



Bien alimentemos al arduino mediante la conexión USB o mediante una fuente externa (recomendada de 7-12V), vamos a tener unas salidas de tensión continua debido a unos reguladores de tensión y condensadores de estabilización. Estos pines son:

- VIN: se trata de la fuente tensión de entrada que contendrá la tensión a la que estamos alimentando al Arduino mediante la fuente externa.
- 5V: fuente de tensión regulada de 5V, esta tensión puede venir ya sea de pin VIN a través de un regulador interno, o se suministra a través de USB o de otra fuente de 5V regulada.
- 3.3V: fuente de 3.3 voltios generados por el regulador interno con un consumo máximo de corriente de 50mA.
- GND: pines de tierra.

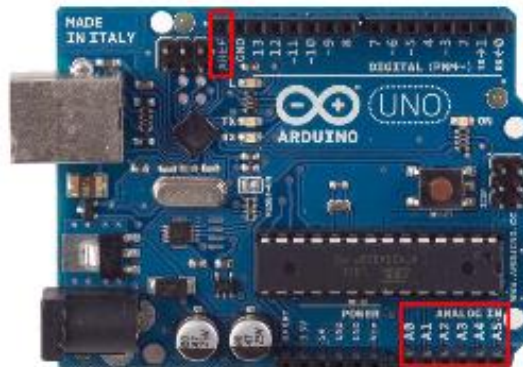
Digital Inputs/Outputs



Cada uno de los 14 pines digitales se puede utilizar como una entrada o salida. Cada pin puede proporcionar o recibir un máximo de 40 mA y tiene una resistencia de pull-up (desconectado por defecto) de 20 a 50 kOhm. Además, algunos pines tienen funciones especializadas como:

- Pin 0 (RX) y 1 (TX). Se utiliza para recibir (RX) y la transmisión (TX) de datos serie TTL.
- Pin 2 y 3. Interrupciones externas. Se trata de pines encargados de interrumpir el programa secuencial establecido por el usuario.
- Pin 3, 5, 6, 9, 10 y 11. PWM (modulación por ancho de pulso). Constituyen 8 bits de salida PWM con la función `analogWrite()`.
- Pin 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). Estos pines son de apoyo a la comunicación SPI.
- Pin 13. LED. Hay un LED conectado al pin digital 13. Cuando el pin es de alto valor, el LED está encendido, cuando el valor está bajo, es apagado.

Analog Inputs



El Arduino posee 6 entradas analógicas, etiquetadas desde la A0 a A5, cada una de las cuales ofrecen 10 bits de resolución (es decir, 1024 estados). Por defecto, tenemos una tensión de 5V, pero podemos cambiar este rango utilizando el pin de AREF y utilizando la función `analogReference()`, donde le introducimos una señal externa de continua que la utilizara como referencia.

DATA SHEET TARJETA GSM SIM900



G50EFC56E3197F

GSM/GPRS Shield

Datasheet



INTRODUCTION

The GPRS/GSM Shield provides you a way to use the GSM cell phone network to receive data from a remote location. The shield allows you to achieve this via any of the three methods:

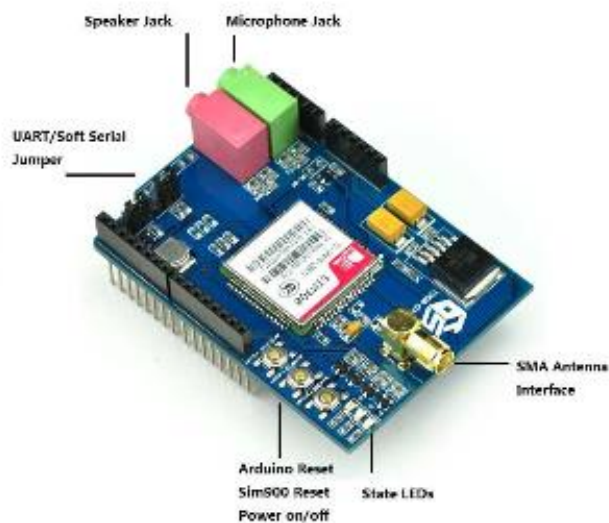
- Short Message Service
- Audio
- GPRS Service

The GPRS Shield is compatible with all boards which have the same form factor (and pinout) as a standard Arduino Board. The GPRS Shield is configured and controlled via its UART using simple AT commands. Based on the SIM900 module from SIMCOM, the GPRS Shield is like a cell phone. Besides the communications features, the GPRS Shield has 12 GPIOs, 2 PWMs and an ADC.

SPECIFICATIONS

- Quad-Band 850 / 900 / 1800 / 1900 MHz - would work on GSM networks in all countries across the world.
- GPRS multi-slot class 10/8
- GPRS mobile station class B
- Compliant to GSM phase 2/2+
- Class 4 (2W@850/900MHz)
- Class 1 (1W@1800/1900MHz)
- Control via commands (GSM 07.07, 07.05 and SIMCOM enhanced AT Commands)
- Short message service
- Free serial port selection
- RTC supported with Super Cap
- Power on/off and reset function supported by Arduino interface

Overview



The indicator LEDs

The GSM Shield has three indicator LEDs for the GSM Shield power, SIM900 power and net status.

GSM Shield power(P):

This LED is used to indicate the power status of the GSM Shield.If the external power supply is connected to the arduino board ,then the GSM Shield will get power,this LED will light on.

SIM900 power(S):

This LED is used to indicate the power status of the SIM900.After the SIM900 is power on,the status LED will light on.

Net status(N):

This LED is used to indicate the net status.The LED will blink slowly or quickly according to different states.



www.tinysine.com

Status	Description
Off	SIM900 is not running
64ms On/800ms Off	SIM900 not registered the network
64ms On/3000ms Off	SIM900 registered to the network
64ms On/300ms Off	GPRS communication is established

The buttons

There are 3 buttons on the GSM shield board.

SIM900 Power Button:

Stack the GSM shield on your arduino main board. The GSM shield will running automatically when you power up your arduino main board. If you want turn on/off the SIM900 module manually. Just press the the sim900 power button one second.

SIM900 Reset Button

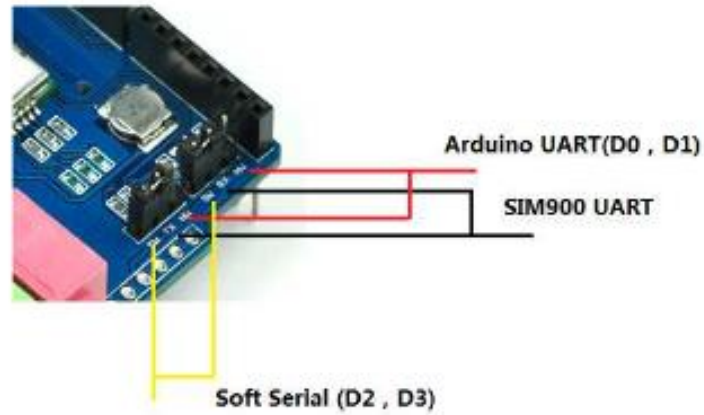
Reset the SIM900 module.

Arduino Reset Button:

Reset the Arduino main board. Same function as the Reset Button which on the arduino main board.

Note: Our test sketch will control D8 pin to turn on the SIM900 when the arduino board is powered up.

Setting Jumper



If you want use UART send AT commands. Set the jumper to HW position. If you use soft serial. Set to SW position.

Our test sketch use soft serial. So we keep it on SW position normally.

If you are using MEGA2560. Just need to connect the middle pins of RX and TX jumpers to RX1 TX1 on Arduino Mega 2560. And change the code setting.

DIMENSIONS

